فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی
سال نوزدهم، شماره ۶۰، زمستان ۱۳۹۰، صفحات ۸۰ – ۵۹

تحلیل پویای اثر اصلاحات ساختاری بر بهره‌وری صنعت برق ایران

مهدی صادقی شاهدانی
دانشیار اقتصاد دانشگاه امام صادق(ع)
sadeghi@isu.ac.ir

محمدرضا توکل‌نیا
دانشجوی دکترای اقتصاد دانشگاه امام صادق(ع)
tavakkolnia@isu.ac.ir

صنعت برق ایران چهار دوره تکاملی را تجربه کرده است: مقررات‌گذاری، مقررات‌زدایی، تجدید ساختار و خصوصی‌سازی. مقررات‌گذاری نقش مدیریتی و مالکیتی دولت در صنعت برق را افزایش داده و مقررات‌زدایی قوانینی که به تداوم حضور دولت در صنعت برق منجر می‌شد را تغییر داده و چارچوب قانونی برای حضور بخش خصوصی ایجاد کرده است. تجدید ساختار، انحصار عمودی را تفکیک وآن را به سه بخش تولید، توزیع و انتقال تقسیم و نهایتاً خصوصی‌سازی، فرایند انتقال مالکیت به بخش خصوصی را درپی داشته است. در این مقاله به بررسی اثر اصلاحات ساختاری بر بهره‌وری صنعت برق براساس روش تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص مالم‌کوئیست پرداخته شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در دوره اصلاحات، بهره‌وری صنعت برق بهبود یافته است و در این بهبود بهره‌وری، تغییرات کارایی فنی نقش بیشتری نسبت به تغییرات تکنولوژیک داشته است.

طبقه‌بندی JEL: *C2, C34, D2, L33, L34.*
واژه‌های کلیدی: *اصلاحات صنعت برق، انحصارعمودی، تحلیل پوششی داده‌ها، شاخص مالم‌کوئیست.*

* **تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۵/۷** **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۳**

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

۱. مقدمه

طی ۳۰ سال گذشته، اصلاحات ساختاری در صنعت برق به پشتوانه نتایج تئوریک اقتصاد خرد و با انگیزه افزایش بهره‌وری تولید، ایجاد بازار رقابتی، کاهش قیمت و در نتیجه افزایش رفاه در بسیاری از کشورهای دنیا اجرا شده است که در برخی کشورها نتایج مثبت و در برخی کشورها نتایج منفی به‌همراه داشته است. اصلاحات ساختاری در صنعت برق ایران بصورت جدی در دهه ۸۰ صورت گرفت. هدف این تحقیق، بررسی چگونگی اجرای این سیاست‌های اصلاحی در ایران و بررسی آثار آن بر بهره‌وری صنعت برق است. متدولوژی تحقیق استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها برای محاسبه کارایی و استفاده از شاخص مالم کوئیست برای بررسی تغییرات بهره‌وری کل (TFP)[1] است.

این تحقیق از هفت بخش تشکیل شده است. ابتدا پیشینه علمی و مبانی‌نظری تحقیق ارائه می‌شود. سپس، به اصلاحات برق ایران پرداخته شده و در ادامه مدل تحقیق معرفی و نتایج مدل تحلیل می‌گردد.

۲. پیشینه علمی تحقیق

تابوردا (۲۰۱۱) به بررسی تغییرات بهره‌وری در کلمبیا در فرایند اصلاحات صنعت برق این کشور در سال‌های (۲۰۰۹ - ۲۰۰۶) پرداخته و نشان داده است که اصلاحات اثر چندانی بر رشد بهره‌وری در این کشور نداشته است.

فتح‌اله‌زاده (۲۰۱۱) با محاسبه کارایی ایالت‌های مختلف، تغییرات بهره‌وری در برق استرالیا ناشی شده از تجدید ساختار را بررسی نموده است. میگیوس (۲۰۱۱) به بررسی تغییرات بهره‌وری در برق نروژ پرداخته است و تغییرات مثبت و منفی بهره‌وری بین سال‌های (۲۰۰۷ - ۲۰۰۴) را محاسبه نموده است.

شو و دیگران به بررسی تغییرات کارایی مصرف برق در کشور چین در اثر تجدید ساختار بین سال‌های (۲۰۰۷ – ۲۰۰۱) پرداخته‌اند. سیویوشی و گوتو (۲۰۱۱) به بررسی عملکرد نیروگاه برق آمریکا تأثیر مقررات‌زدایی در این کشور پرداخته‌اند و نشان دادند که مقررات‌زدایی در عملکرد آنها اثر مثبت داشته است. ما و دیگران (۲۰۱۱) به بررسی تغییرات اثرات اصلاحات برق بر بهره‌وری صنعت برق چین پرداخته و نشان دادند بهبود بهره‌وری در چین بیشتر بدلیل تغییرات تکنولوژیکی بوده است.

جاین و دیگران (۲۰۱۰) به روش تحلیل پوششی داده‌ها به بررسی کارایی صنعت برق هند طی سال‌های (۲۰۰۸ – ۲۰۰۷) پرداخته‌اند. دیوسیس و دیگران (۲۰۱۰) نیز به‌همین روش به بررسی کارایی نیروگاه‌های برق آبی یونان پرداخته‌اند.

1. Total Factor Productivity

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

ایبدا و دیگران (۲۰۰۷) به بررسی نتایج اصلاحات برق در ژاپن پرداخته و معتقدند اصلاحات بهره‌وری صنعت برق ژاپن را بهبود بخشیده است. فارل و دیگران به نقل از وو و وانگ (۲۰۰۷) وضعیت ۱۷ کشور عضو اپک را در دوره (۱۹۹۶- ۱۹۷۵) بررسی کردند و نشان دادند که رشد پایین بهره‌وری به دلیل تغییرات منفی کارایی فنی در این کشورها بوده است.

ابوت (۲۰۰۶) تغییرات بهره‌وری استرالیا را در سال‌های (۱۹۹۹- ۱۹۶۹) بررسی نموده و نتیجه گرفته است که اصلاحات بویژه در دهه ۹۰ باعث بهبود بهره‌وری عرضه برق استرالیا شده است.

یوروک و زمین (۲۰۰۵) از شاخص مالم‌کوئیست برای بررسی رشد بهروری در دوره (۱۹۹۷ـ ۱۹۸۵) برای کشورهای OECD استفاده کردند و نشان دادند که بهره‌وری کل در این دوره ۱۰ درصد رشد داشته است.

امامی‌میبدی (۱۹۹۸) به بررسی صنعت برق ایران پرداخته و نشان می‌دهد که صنعت برق ایران در سال‌های (۱۹۹۵-۱۹۹۰) بهبود بهره‌وری محدودی داشته است. سهیلی (۱۳۸۰) به بررسی آثار آزادسازی بخش انرژی بر موارد مختلف از جمله قیمت و بهره‌وری نیروی کار پرداخته است. فلاحی و احمدی (۱۳۸۴) نشان دادند که رشد بهره‌وری ۴۲ شرکت توزیع در دوره (۱۳۸۰ -۱۳۷۷) منفی بوده است. زیبا (۱۳۸۶) نشان داده است که تغییرات بهره‌وری کل در دوره (۱۳۸۱ -۱۳۷۷) مثبت و بیشترین تغییر آن در سال ۱۳۸۱ با ۲۶ درصد تغییر بوده است. رحمانی (۱۳۸۱) به بررسی چگونگی تخصیص بهینه سوخت، سرمایه و نیروی‌کار برای تولید انرژی برق براساس معیارهای کارایی و بهره‌وری برای سال‌های (۱۳۷۹-۱۳۷۵) می‌پردازد. عالی (۱۳۸۱) به معرفی مدلی برای اندازه‌گیری بهره‌وری شرکت‌های تولید برق در ایران می‌پردازند. قاضی‌زاده (۱۳۸۵) در مقاله بازار برق جمهوری اسلامی ایران: بنیادها و ویژگی‌ها به بررسی اندیشه‌های تأسیسی، گام‌های اجرایی و اثبات قانونی بودن فرایند اصلاحات در ایران پرداخته است.

۳. چارچوب نظری

۳-۱. کارایی

کارایی از لحاظ ریاضی نسبتی است که عملکرد عملیاتی واحد را با هزینه‌هایی که برای انجام آن عملکرد متحمل شده است مقایسه می‌کند. کارایی به فنی یا تکنیکی، تخصیصی و هزینه یا اقتصادی[1] تقسیم می‌گردد. کارایی فنی بصورت توانایی یک واحد در بدست آوردن حداکثر خروجی از ورودی بکار گرفته شده تعریف می‌گردد[2] و نشان‌دهنده توان یک بنگاه در افزایش مقادیر خروجی به ازاء یک

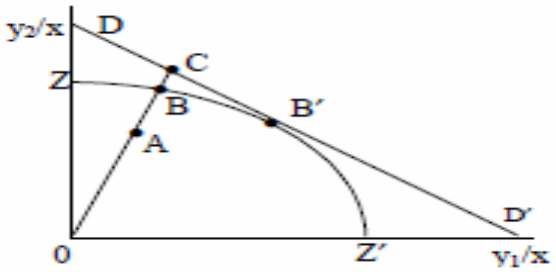
1. Technical Efficiency, Allocative Efficiency,Cost Efficiency (or) Economical Efficiency

۲. در مدل‌های با رویکرد باده کارایی فنی به دو جزء کارایی مدیریتی (کارایی خالص) و کارایی مقیاس تقسیم می‌شود.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

دسته از ورودی‌های ثابت (کارایی خروجی محور) و یا کاهش مقادیر ورودی به ازاء خروجی ثابت (کارایی ورودی محور) است. کارایی تخصیصی عبارت است از توانایی یک واحد در استفاده بهینه از نهاده‌ها با توجه به قیمت و تکنولوژی است (مهرگان،۱۳۸۷). کارایی اقتصادی ترکیبی از کارایی فنی و تخصیصی است و به آن کارایی هزینه نیز گفته می‌شود. یک سازمان زمانی به کارایی اقتصادی می‌رسد که هم از لحاظ فنی و از لحاظ تخصیصی کارا باشد (مهرگان، ۱۳۸۷).

نمودار (۱) کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی را در حالت خروجی محور نشان می‌دهد. در این نمودار B بنگاه مرجع بنگاه، بنگاه مرجع بنگاه A است منحنی 'zz بیانگر تولید حداکثر (تولید ایده‌ال در بهترین شرایط) است. خط 'DD نیز نشان‌دهنده قید درآمد یکسان ۶ برای بنگاه است. کارایی فنی واحد A با رویکرد خروجی محور برابر OA/OB یعنی فاصله جایگاه واقعی بنگاه A از مبدأ نسبت به جایگاه بنگاه مرجع (B) است. در واقع، کارایی نسبی بنگاه A به آنچه که می‌توانست در حالت بهینه خود باشد سنجیده شده است. کارایی تخصیصی برابر با OB/OC است. کارایی اقتصادی برابر با حاصلضرب آنها یعنی OA/OC می‌باشد (کولی، ۱۹۹۶).



مأخذ: کولی، ۱۹۹۶.

نمودار ۱. کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی در حالت خروجی محور

یکی از روش‌های سنجش کارایی، استفاده از روش غیرپارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) است. در این روش مشخص بودن نوع تابع تولید اهمیت ندارد (امامی،۱۳۸۴). اساس کار DEA این است که برای هر بنگاه یک بنگاه مرجع (بنگاه ایدآل) درنظرگرفته می‌شود. سپس، کارایی نسبی هر بنگاه با بنگاه مرجع آن مقایسه می‌گردد. بنگاه مرجع می‌تواند از یکی از بنگاه‌های واقعی موجود در صنعت باشد و یا یک بنگاه مجازی باشد که از ترکیب بنگاه‌های موجود ساخته می‌شود چارنز کوپر و رودز نخستین کسانی بودند که توانستند با گسترش نظرات اولیه فارل در مورد کارایی، مدل اندازه‌گیری کارایی بنگاه با ورودی و خروجی متعدد که به

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

مدل CCR[1] معروف شد را معرفی کنند. فرض کنید n بنگاه وجود دارد که با ورودی $x_i(i=1...k)$ وخروجی $yr(y=1...m)$ مشغول به فعالیت هستند. با توجه به تعدد ورودی‌ها و خروجی‌ها از جمع موزون خروجی‌ها به جمع موزون ورودی‌ها استفاده می‌گردد. در فرمول (۱)، x_{ij} و y_{rj} به‌ترتیب نهاده‌ها و ستانده‌های واحد صفر مورد بررسی (DMUo)[2] است. u_r و v_i وزن‌های بهینه نهاده‌ها و ستانده‌ها را نشان می‌دهد. قید مدل بیان می‌کند که کارایی سایر واحدها کوچکتر یا نهایتاً مساوی یک است. مدل اولیه CCR فوق یک مدل غیرخطی بود که اولاً دارای قیود زیاد و ثانیاً دارای پاسخ‌های متعدد بود و لذا برای سهولت کار ابتدا مدل را به‌صورت خطی تبدیل کرده (مدل مضربی) و سپس از فرمت دوگان آن (مدل پوششی) استفاده می‌شود. برای خطی نمودن مدل صورت کسر (در مدل خروجی محور) و یا مخرج آن (در مدل ورودی محور) را مساوی واحد قرار داده و آن را به صورت قید به مدل اضافه می‌کنند (مهرگان، ۱۳۸۷).

$$\begin{aligned} &\frac{\max(\sum u_r y_{ro})}{\sum v_i x_{io}} \\ &\frac{\sum u_r y_{rj}}{v_i x_{ij}} \le 1 \\ &j = 1...n \\ &v_r . v_t \ge 0 \end{aligned} \qquad (۱)$$

در فرمول (۲) فرم ماترسی مدل خروجی محورکه به‌صورت دوگان تهیه شده و به مدل پوششی معروف می‌باشد بیان شده است.

$$\begin{aligned} &\max\theta_i \\ &st: -\theta y_i + y\lambda \ge 0 \\ &x_i - x\lambda \ge 0 \\ &NI'\lambda \ge 0 \end{aligned} \qquad (۲)$$

در این فرمول Y ماتریس M*N مقادیر ستانده‌ها و X ماتریس K*N مقادیر نهاده‌ها است. xi ,yi به ترتیب بردارهای M*1 و K*1 از مقادیر ستانده‌ها و نهاده‌های بنگاه مورد بررسی است. λ برداری N*1 از اعداد ثابت است که از حل مدل بدست آمده و نشان‌دهنده سهم هریک از بنگاه‌های مدل در

1. Charnes, Cooper, Rohdes
2. Decision Making Unit

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

تشکیل بنگاه مرجع است. θ یک عدد اسکالر است در محدوده $1\leq\theta<\infty$ و مقدار (۱− θ) نشان‌دهنده افزایش نسبی در میزان محصول با شرط ثبات عوامل تولید است. معکوس عددی θ یعنی ۱/θ برابر با کارایی فنی مدل خروجی محور مطابق با تعریف فارل است. با حل مدل پوششی CCR مقادیر λ و θ بدست می‌آید. به‌عنوان مثال، اگر برای بنگاه صفر θ=۱/۲۵ شود بدین معنا است که بنگاه می‌تواند بدون تغییر در ورودی‌های خود تولیدات خود را به اندازه ۲۵ درصد افزایش دهد. همچنین، ۱/۱,۲۵=۰/۸ نشان‌دهنده کارایی فنی بنگاه صفربه میزان ۸۰ درصد است. قید اول بیان می‌کند که ستانده بنگاه مورد بررسی همواره کوچکتر یا مساوی بنگاه مرجعش است. قید دوم بیان می‌کند که نهاده‌های مصرف شده هر بنگاه همواره بیشتر یا نهایتاً مساوی بنگاه مرجع خودش است. بنگاه‌های مورد بررسی را می‌توان در حالت بازده به مقیاس ثابت (CCR) و یا بازده به مقیاس متغیر (BCC)[1] درنظرگرفت. از آنجایی که در واقعیت غالباً بنگاه‌ها در مقیاس بهینه خود فعالیت نمی‌کنند استفاده از فرض بازده متغیر به مقیاس کاملتر است. برای این منظور شرط تحدب $NI'\lambda=1$ به مدل اضافه شده است.

۲-۳. شاخص مالم کوئیست

یکی از روش‌های متداول در بررسی تغییرات پویای بهره‌وری، استفاده از شاخص مالم کوئیست و تابع مسافت[1] است. از لحاظ نموداری شاخص مالم کوئیست وضعیت یک بنگاه را در دو نقطه $z^t(x^t,y^t)$ و $z^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})$ با هم مقایسه می‌کند (نمودار۲). فرمول (۳) شاخص مالم‌کوئسیت را براساس تابع مسافت نشان می‌دهد. در این فرمول $D^t(x^t,y^t)$ تابع مسافت z_t از خط مرزی s_t است. به همین ترتیب $D^t(x^{t+1},y^{t+1})$ تابع مسافت z_{t+1} از خط مرزی s_t، $D^{t+1}(x^t,y^t)$ تابع مسافت z_t از خط مرزی s_{t+1} و $D^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})$ تابع مسافت z_{t+1} از خط مرزی s_{t+1} است (یانگ و پولیت، ۲۰۰۷). اندیس o نیز اول کلمه Output است و نشان می‌دهد مدل دارای رویکرد خروجی محور است. تابع مسافت عددی است که نشان می‌دهد یک بنگاه از بنگاه مرجع چقدر فاصله دارد و چه مقدار می‌تواند تولید خود را با فرض ثابت بودن نهاده بهبود بخشد. از لحاظ ریاضی تابع مسافت به صورت فرمول (۴) بیان می‌شود. X و y به‌ترتیب بیانگر نهاده‌ها و ستانده، $\mu\leq1$ مقدار عددی تابع مسافت و s^t فضایی زیر منحنی امکانات تولید است که تمام فضایی که امکان تولید y توسط نهاده‌های x وجود دارد را نشان می‌دهد.

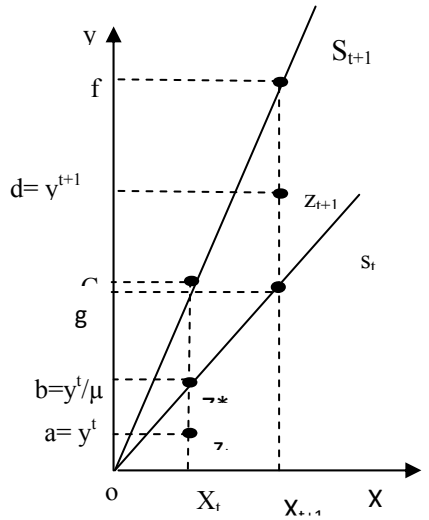
1. Banker,Charnes, Cooper

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

$$M_o(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (۳)$$

$$Do(x,y)\ \inf\{(\mu:(x, y/\mu)\ \varepsilon\ s^t\ \}x^t\} \quad (۴)$$

می‌تواند در تولید y^t استفاده شود: $s^t=\{\ (x^t,y^t)$



مأخذ: یانگ و پولیت، ۲۰۰۷.

نمودار ۲. تابع مسافت

مفهوم تابع مسافت در نمودار (۲) بیان شده است. فرض کنید اطلاعات بنگاه در دو دوره t و t+1 موجود است. خط st و st+1 نشان‌دهنده منحنی تولید مرزی در دو دوره t و t+1 است که براساس تکنولوژی مربوط به هر دوره رسم می‌شود. در دوره t صنعت در نقطه واقعی $z^t(x^t,y^t)$ تولید می‌کند که نسبت به بنگاه مرجع خود روی منحنی مرزی (نقطه z*) دارای عدم کارایی است. تابع مسافت بنگاه در این حالت به صورت $D(X^t,Y^t)=\mu=oa/ob$ تعریف می‌شود و نشان می‌دهد که بنگاه i می‌تواند با افزایش تولید از y^t به y^t/μ از نقطه ناکاری z به نقطه کارای z* برسد. به‌عنوان مثال، μ=۰/۵ به این معنا است که بنگاه می‌تواند با همان نهاده اولیه تولیدش را به دو برابر افزایش دهد μ=1 به این معنا است که بنگاه روی خط تولید مرزی قرار دارد، بنابراین کارایی فنی ۱۰۰ درصد دارد. با محاسبه توابع مسافت و

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

جاگذاری در شاخص مالم‌کوئیست تغییرات بهره‌وری کل قابل محاسبه است. اگر مقدار بدست‌آمده برای شاخص مالم‌کوئیست (در رویکرد خروجی محور) بزرگتر از یک باشد نشان‌دهنده افزایش بهره‌وری و اگر کمتر از یک گردد نشان‌دهنده کاهش بهره‌وری است.اگر شاخص برابر واحد شود یعنی در دوره فوق بهره‌وری تغییر نکرده است (کولی، ۱۹۹۶).[۱] یکی از دلایل محبوبیت شاخص مالم کوئیست در بررسی تغییرات بهره‌وری کل، توانایی آن در تفکیک تغییرات تکنولوژیک از تغییرات کارایی است. با عملیات ساده ریاضی می‌توان شاخص مالم‌کوئیست را به صورت فرمول (۵) نشان داد.

$$M_O(x^{t+1},y^{t+1},x^t,y^t)=\frac{D_O^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{D_O^{t}(x^{t},y^{t})}\left[\frac{D_O^{t}(x^{t+1},y^{t+1})}{D_O^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}\frac{D_O^{t}(x^{t},y^{t})}{D_O^{t+1}(x^{t},y^{t})}\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (۵)$$

کسر اول از سمت چپ نشان‌دهنده تغییرات کارایی و مقدار داخل کروشه نشان‌دهنده تغییرات تکنولوژیک بین دو سال است. برای محاسبه توابع مسافت از روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده می‌گردد بدین گونه که توابع مسافت از حل ۴ مسئله برنامه‌ریزی خطی زیر بدست می‌آید (میبدی، ۱۳۸۴). در معادلات فوق x و y داده‌ها و ستانده‌های مربوط به زمان t و t+1 است.

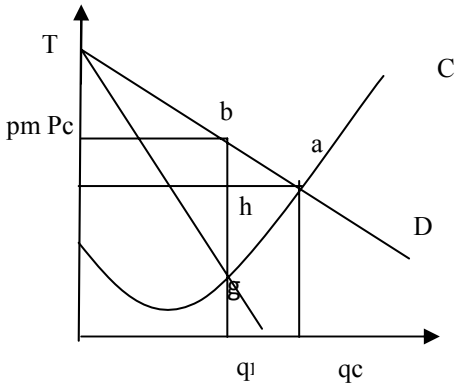
$$\begin{aligned}
&D_O^{t}\left[(x_{t+1},y_{t+1})\right]^{-1}=\max\theta \qquad & &D_O^{t}\left[(x_{t},y_{t})\right]^{-1}=\max\theta\\
&s.t:\quad -\theta Y_{it+1}+Y_t\lambda\geq 0 & &s.t:\quad -\theta Y_{it}+Y_t\lambda\geq 0\\
&\qquad X_{it+1}-X_t\lambda\geq 0 & &\qquad X_{it}-X_t\lambda\geq 0\\
&\qquad NI'\lambda=1\ ,\ \lambda\geq 0 & &\qquad NI'\lambda=1\ ,\ \lambda\geq 0\\
&D_O^{t+1}\left[(x_{t+1},y_{t+1})\right]^{-1}=\max\theta & &D_O^{t+1}\left[(x_{t},y_{t})\right]^{-1}=\max\theta\\
&s.t:\quad -\theta Y_{it+1}+Y_{t+1}\lambda\geq 0 & &s.t:\quad -\theta Y_{it}+Y_{t+1}\lambda\geq 0\\
&\qquad X_{it+1}-X_{t+1}\lambda\geq 0 & &\qquad X_{it}-X_{t+1}\lambda\geq 0\\
&\qquad NI'\lambda=1\ ,\ \lambda\geq 0 & &\qquad NI'\lambda=1\ ,\ \lambda\geq 0
\end{aligned} \qquad (۶)$$

۱. عکس در رویکرد ورودی محور شاخص بزرگتر از یک باشد نشان‌دهنده کاهش بهره‌وری و کمتر از یک گردد نشان‌دهنده افزایش بهره‌وری است. شاخص برابر واحد یعنی در دوره فوق بهره‌وری تغییر نکرده است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

۳-۳. رفاه گمشده

چرا حرکت از انحصار دولتی به سوی رقابت کامل مفید است؟ ارتباط مستقیم بین رشد رقابت و رشد بهره‌وری در تحقیقات مختلف اثبات شده است (آقیون و همکاران، ۲۰۰۵ و نیکولتی و اسکارپنا، ۲۰۰۳ و بلوندل و همکاران، ۱۹۹۹). سیاست‌های افزایش رقابت می‌تواند باعث حذف بنگاه‌های کم کارا ، ورود بنگاه‌های جدید و تولید در قیمت‌های کمتر شود. در نمودار (۳) حرکت از حالت انحصاری به حالت رقابتی زمینه ورود و افزایش تعداد تولیدکننده را فراهم کرده و بازار را به سمت رقابت کامل سوق می‌دهد. در این حالت قیمت از Pm (قیمت انحصارگر) به Pc (قیمت رقابتی) کاهش و تولید از qm به qc افزایش می‌یابد. لذا رفاه کل به اندازه abg افزایش پیدا می‌کند یا به بیان معکوس انحصاری شدن بازار بجای رقابتی بودن آن منجر به کاهش رفاه کل جامعه به اندازه مجموع کاهش در رفاه مصرف‌کننده (abh) و کاهش در رفاه تولیدکننده (agh) خواهد شد (شاکری، ۱۳۸۶). abg رفاه گمشده‌ای است که بدلیل نگهداشتن صنعت در اختیار یک انحصارگر از جامعه سلب شده است. به بیان ساده حرکت از سیستم انحصار به سیستم رقابتی باعث کاهش قیمت، افزایش تولید و افزایش رفاه کل خواهد شد.



مأخذ: شاکری، ۱۳۸۶.

نمودار ۳.

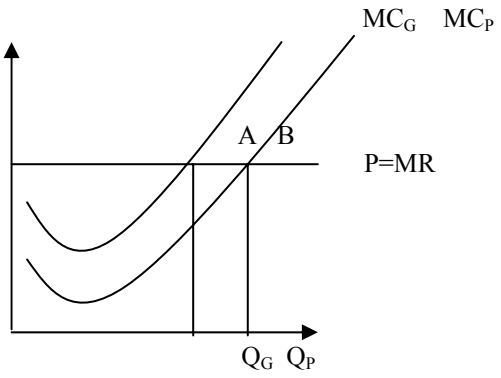
۴-۳. عدم کارایی x[1]

اگر فضای رقابتی وجود داشته اما در عین حال مدیریت و مالکیت بنگاه‌ها در دست دولت باشند نوعی دیگری از کاهش رفاه را نیز خواهیم داشت که به آن عدم کارایی X گفته می‌شود. تابع مطلوبیت مالک بنگاه خصوصی به‌صورت $U_P=(q_P^+,x_P^+)$ و تابع مطلوبیت مدیر دولتی به‌صورت $U_G=(q_G^+,x_G^+)$ است. q کالاهای

1. X-Inefficiency

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

مشترک و یکسان برای هر دو مدیر (مانند حقوق و مزایا مشابه) و X امکانات خاص دراختیار مدیر بنگاه است که تابعی از قوانین بالاسری هر بنگاه بوده و در بنگاه‌های مختلف متفاوت است (مانند نوع ماشین مدیر، دفتر لوکس، تعداد کارمند مخصوص، میزان پاسخگو بودن مدیر). مطلوبیت هر دو مدیر با کالاهای فوق و مرغوبیت و تعداد آنها ارتباط مستقیم دارد: $\{X_p>0 \partial\partial U_p/ X_G>0\} \partial \ \& \ \partial U_G/$ وهر دو مدیر تمایل دارند با هزینه کردن برای X بیشتر مطلوبیتشان را بیشتر کنند، اما در این قسمت عدم‌کارایی X ظاهر می‌شود زیرا افزایش مصرف X به افزایش بودجه بنگاه‌ها (b) نیاز دارد $\{b_p>0 \partial\partial x_p/ b_G>0\} \partial \ \& \ \partial x_G/$. بودجه مدیر خصوصی از سود خالص بنگاه تأمین می‌شود و تابعی از آن است لذا وی مجبور است با کنترل هزینه‌ها به حداکثرسازی سود بپردازد و از این طریق X بیشتر و مطلوبیت بیشتر کسب کند، اما در بنگاه دولتی برای مصرف X بیشتر نیازی به محدودیت‌گذاری هزینه نیست زیرا بودجه بنگاه دولتی یک عدد مشخص تخصیصی از سوی دولت است و ارتباطی با سود بنگاه دولتی ندارد. لذا مدیر براحتی و بدون توجه به حداقل‌کردن هزینه بخشی از افزایش مطلوبیت شخصی خود را بوسیله هزینه‌کردن بودجه تخصیصی برای مصارف سلیقه‌ای مانند دفتر لوکس‌تر، کارمند بیشتر ریخت و پاش دست و دلبازانه برای محبوبیت و گاهی دستمزد بیشتر برای کارمندان خاص و خرید احترام از این طریق بدست می‌آورد. این کار هزینه‌های بنگاه دولتی را بالا برده و منحنی هزینه‌اش را بالاتر از منحنی بنگاه خصوصی قرار می‌دهد (نمودار۴). به‌دلیل هزینه نهایی بالاتر، بنگاه دولتی براساس شرط تولید بهینه در بازار رقابتی p=mc تنها به مقدار Q_G تولید می‌کند درحالی‌که بنگاه خصوصی در همان سطح قیمت، تولیدی برابر با Q_p دارد ($Q_G< Q_P$) (پژویان، ۱۳۸۷). مشاهده می‌شودکه علیرغم قرار داشتن در فضای رقابتی، انتقال مالکیت از بخش دولتی به بخش خصوصی باعث افزایش کارایی بنگاه و تولید بیشتر می‌گردد.



مأخذ: پژویان، ۱۳۸۷.

نمودار ۴.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

۴. اصلاحات در صنعت برق ایران

صنعت برق ایران ۴ دوره تکاملی را تجربه نموده است: مقررات‌گذاری[1]، مقررات‌زدایی، تجدید ساختار و خصوصی‌سازی اثرات خاصی بر صنعت برق داشته‌اند. مقررات‌گذاری نقش مدیریت و مالکیت دولت را افزایش داد و قوانینی که به تداوم حضور دولت منجر می‌شد را تغییر می‌دهد و چارچوب قانونی برای حضور بخش خصوصی ایجاد می‌نماید. تجدید ساختار انحصار عمودی را تفکیک وآن را به سه بخش تولید، توزیع و انتقال تقسیم می‌کند. خصوصی‌سازی فرایند انتقال مالکیت به بخش خصوصی را در پی داشت.

۴-۱. مقررات‌گذاری: افزایش نقش دولت در صنعت برق

آغاز تولید برق در ایران توسط بخش خصوصی (۱۲۸۴) و حضور اولیه دولت به واسطه ورود شهرداری‌ها در این زمینه بود. با گذشت زمان و با تأسیس نهاده‌های دولتی جدید (مؤسسه برق تهران ۱۳۱۵، سازمان برق ۱۳۴۱، وزارت آب و برق۱۳۴۴،توانیر۱۳۴۸،وزارت نیرو۱۳۵۳) صنعت برق به‌سوی کنترل کامل دولت و مالکیت دولتی‌شدن پیش رفت (بانکیان، ۱۳۸۴).

۴-۲. مقررات‌زدایی بخش تولید

نخستین گام اصلاحات ساختاری ایران مقررات‌زدایی بود. مهم‌ترین تغییرات قانونی که نقش مؤثری در فرایند مقررات‌زدایی بخش تولید داشتند بشرح زیر است:

- بند ششم سیاست‌های کلی و بند هشتم خط‌مشی‌های برنامه اول (۱۳۶۸) در مورد کاهش تصدی‌گری دولت
- بند "ب" ماده ۱۲۲ قانون برنامه سوم (۱۳۷۹) در مورد امکان حضور بخش خصوصی و تعاونی برای احداث نیروگاه برق به روش BOT-BOO
- ماده ۴ قانون برنامه سوم (۱۳۷۹) در مورد واگذاری شرکت‌هایی که ادامه فعالیت آنها در بخش دولتی غیرضروری است. نتیجه رویکرد برنامه سوم تشکیل سازمان خصوصی‌سازی (۱۳۸۰) بود.
- ماده ۶۲ قانون تنظیم مقررات مالی دولت (۱۳۸۰) و بند "ب" ماده ۲۵ برنامه چهارم (۱۳۸۴) در مورد خرید تضمینی انرژی برق تولیدی بخش خصوصی با قیمت‌های تضمینی
- آیین‌نامه اجرایی بندب ماده ۲۵ قانون برنامه چهارم توسعه (۱۳۸۴) درمورد خروج از حالت تک خریداری دولت و تنوع راه‌های فروش برق بخش خصوصی (قرارداد دوجانبه، بازار عمده‌فروشی، قراردادهای بلندمدت فروش با توانیر و فروش نرخ‌های تضمینی)

1. Regulation

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

۴-۳. تجدید ساختار بخش تولید

مقررات‌زدایی صورت گرفته در بخش تولید زمینه تجدید ساختار در این بخش را بوجود آورد. براساس مطالعات اولیه مقرر شد بخش تولید و توزیع به فضای رقابتی وارد شده و بازار برق تشکیل گردد و بخش انتقال در کنترل دولت باقی بماند (قاضی‌زاده، ۱۳۸۵). در بخش تولید در تغییرات دهه ۷۰ مالکیت نیروگاه‌ها در دست برق منطقه‌ای باقی مانده، اما بهره‌برداری آن به شرکت‌های تازه تأسیس شرکت‌های مدیریت تولید واگذار شد. سپس، در دهه ۸۰ بازار برق ایران در قالب بازار عمده فروشی در آبان سال ۱۳۸۲ راه اندازی گردید. برای نظارت بر روال اجرایی نیز شرکت مدیریت شبکه برق تشکیل گردید وظایف اپراتور مستقل سیستم (ISO)[1] را برعهده گرفت.

در بخش توزیع، ابتدا مالکیت از بهره‌برداری تفکیک گردید و مالکیت خطوط در اختیار برق منطقه‌ای باقی‌مانده و بهره‌برداری ازخطوط توزیع به شرکت‌های توزیع نیروی برق واگذار گردید، سپس با بهره‌گیری از قانون استقلال شرکت‌های توزیع این شرکت‌ها از لحاظ نظر مدیریتی، اداری، مالی و منابع انسانی از شرکت‌های برق منطقه‌ای مستقل‌شده و در حوزه فعالیت خود به‌صورت غیردولتی عمل نمودند، اما از لحاظ سیاست‌ها و مقررات همچنان زیرمجموعه توانیر قرار داشتند. فرایند عملی قانون استقلال در سال ۱۳۸۶ صورت گرفت و شرکت‌های توزیع نیروی برق طی تفاهم‌نامه‌هایی از شرکت‌های برق منطقه‌ای از این شرکت‌ها مستقل شده و وظایف مربوطه را برعهده گرفتند.

۴-۴. خصوصی‌سازی

خصوصی‌سازی صنعت برق با مشارکت بخش خصوصی در ساخت نیروگاه‌ها به روش BOT[2] و BOO[3] شروع و با فروش سهام نیروگاه‌های ساخته شده تداوم یافت. روش BOT حالتی است که در آن سرمایه‌گذار داخلی یا خارجی با سرمایه خود نیروگاه را احداث می‌کند و پس از طی مدت بهره‌برداری توافق شده آن را به دولت ایران واگذار می‌کند. این روش در ایران توفیق مناسبی نداشت و تاکنون برای چند نیروگاه قرارداد BOT امضاء شد.[4] در روش BOO سرمایه‌گذار نیروگاه را احداث کرده و با مالکیت خود به بهره‌برداری از آن می‌پردازد. این روش در عمل موفقیت بیشتری داشت، به‌گونه‌ای‌که تاکنون ساخت حدود ۶۰ نیروگاه به بخش‌غیردولتی واگذار گردیده است (سازمان توسعه برق ایران، ۱۳۸۹).

براساس ماده ۲۷ قانون الحاق (۱۳۸۴) به شرکت توانیر اجازه داده شده برای هریک از نیروگاه‌های قابل واگذاری یک شرکت مستقل تأسیس نموده و حداقل ۶۵ درصد سهام آن را از طریق بورس واگذار

1. Independent System Operator
2. Built-Operate-Transfer
3. Build-Own-Operate

۴. نیروگاه‌های چهلستون اصفهان، پره سر گیلان ، فارس، زنجان، هریس

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

نماید. در این راستا، برای ۱۰ نیروگاه تأسیس شرکت نمود.[1] اجرای ماده ۲۷ در عمل منجر به ایجاد شرکت‌های نیروگاهی می‌شد که ۳۵ درصد آن دولتی بود، لذا با قانون سیاست‌های کلی اصل ۴۴ که هرگونه سهامداری دولت را نفی می‌کرد در تضاد بود. از آنجایی‌که سیاست‌های اصل ۴۴ در واقع به‌عنوان اصول اساسی برای مراحل تحول اقتصادی ایران مطرح شده بود، اجرای ماده ۲۷ قانون الحاق متوقف شده و تعداد نیروگاه‌های ماده ۲۷ به همان ۱۰ نیروگاه اولیه محدود شد.

۱۰ نیروگاه فوق در اسفند ۱۳۸۶ به عنوان نخستین گروه از نیروگاه‌های قابل واگذاری به سازمان خصوصی‌سازی معرفی شدند. در مجموع سازمان خصوصی‌سازی توانست تا آذر ۱۳۸۹ جمعاً ۳۳/۲۰۲ میلیاردریال از دارایی‌های صنعت برق را به صورت سهام به بخش غیردولتی واگذار کند (سازمان خصوصی‌سازی، ۱۳۸۹).

۵. روش تحقیق، مدل و متغیرها

هدف این تحقیق، بررسی اصلاحات صنعت برق بر کارایی این صنعت است. متدولوژی تحقیق براساس مقاله فتح‌اله‌زاده و همچنین مقاله ابوت برای صنعت برق استرالیا است. برای این منظور، در ابتدا از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) برای محاسبه کارایی و سپس از شاخص مالم‌کوئیست برای بررسی تغییرات بهره‌وری کل صنعت استفاده می‌شود. متغیر خروجی این تحقیق، تولید ناویژه برق و متغیرهای ورودی، نیروی کار و سوخت و سرمایه است. در این تحقیق از متغیر ظرفیت نامی به عنوان نماینده سرمایه استفاده می‌گردد (امامی، ۱۹۹۸ و پورکاظمی و حیدری، ۱۳۸۱). آمار متغیر سوخت نیز براساس ضرایب تبدیل به واحد یکسان BTU[2] تبدیل گردید. اطلاعات مربوط به تولید و مواد اولیه از آمار تفصیلی صنعت برق در سال‌های مختلف استخراج شده است. استفاده از متدولوژی مالم‌کوئیست بدلیل توانایی این روش در تفکیک تغییرات کارایی از تغییرات تکنولوژیک بوده است.

۶. نتایج مدل و بحث

با استفاده از داده‌های آماری صنعت برق در مورد تولید، ظرفیت، نیروی‌انسانی و هزینه سوخت کارایی ۱۵ برق منطقه‌ای برای سال‌های (۱۳۸۸ ـ ۱۳۷۹) به روش تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه گردید. مدل با رویکرد خروجی محور و در حالت بازده متغییر به مقیاس مورد استفاده قرار گرفت. از آنجایی که نیروگاه‌های برق همیشه در مقیاس بهینه خود نیستند حالت بازده ثابت به مقیاس می‌تواند یک ساده‌سازی بیش از حد باشد. استفاده از حالت بازده متغیر نسبت به مقیاس موجب می‌شود کارایی فنی برحسب مقادیر کارایی مقیاس و

۱. هشت نیروگاه حرارتی (ابادان، بیستون، خلیج‌فارس، دماوند، سنندج، سهند، شیروان، کرمان) و دو نیروگاه بادی (سبز منجیل، سبز بینالود).

2. British thermal unit

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

کارایی ناشی از مدیریت تحلیل بسیار دقیقی ارائه گردد (امامی،۱۳۸۴). در جدول (۱) به دلیل حجم جداول از ۱۰جدول محاسبه شده تنها نتایج کارایی برای سال ۱۳۸۸ نشان داده شده است.[۱] ستون دوم از راست، کارایی فنی را نشان می‌دهد. در سال ۱۳۸۸ استان‌های مازندران، گیلان، خوزستان واصفهان کارایی فنی کامل داشته‌اند و به عنوان مرجع برای سایر برق‌های صنعتی محسوب شده‌اند، درحالی‌که سایر برق‌های منطقه‌ای دارای ناکاریی فنی بوده‌اند. به‌عنوان مثال، برق منطقه‌ای غرب در سال ۱۳۸۸ دارای کارایی فنی ۹۴ درصدی بوده است(۰/۹۴= ۱/θ). تفسیر عدد فوق این است که برق منطقه‌ای غرب به اندازه ۹۴ درصد بنگاه مرجع یا به‌عبارت دیگر ۹۴درصد آنچه می‌توانسته باشد تولید کرده است. این بنگاه اقتصادی می‌تواند با تغییرات لازم بهره‌وری خود را افزایش داده و روی بنگاه مرجع خود در خط مرزی تولید قرار گیرد. میزان افزایش لازم در تولید ۰/۶است. ستون‌های دوم و سوم اجزای تشکیل‌دهنده کارایی فنی را نشان می‌دهند. به‌عنوان مثال، کارایی فنی ۹۴ درصدی برق منطقه‌ای غرب حاصلضرب دوکارایی مدیریتی (خالص) وکارایی مقیاس (۰/۹۷۳ و۰/۹۶۸) است. از تفکیک کارایی فنی به دو جزء تشکیل‌دهنده آن می‌توان حوزه اصلی عدم کارایی برق منطقه‌ای را تشخیص داد. به‌عنوان مثال، می‌توان دید که برق منطقه‌ای آذربایجان هم از عدم کارایی مدیریتی به میزان (۱۱٪=۸۹-۱) و هم از عدم‌کارایی مقیاس (۶٪=۹۴-۱) رنج می‌برد.

جدول ۱. کارایی ۱۵ برق منطقه‌ای در سال ۱۳۸۸

برق منطقه‌ای	کارایی فنی	کارایی مدیریتی	کارایی مقیاس	نوع بازدهی
آذربایجان	۰/۸۳۹	۰/۸۹۱	۰/۹۴۲	کاهنده
کیش	۰/۶۱۵	۱	۰/۶۱۸	فزاینده
یزد	۰/۴۷۷	۰/۵۶۶	۰/۸۴۳	فزاینده
هرمزگان	۰/۹۷۴	۱	۰/۹۷۴	فزاینده
مازندران	۱	۱	۱	-
گیلان	۱	۱	۱	-
کرمان	۰/۹۷۷	۱	۰/۹۷۷	فزاینده
فارس	۰/۹۸	۱	۰/۹۸	کاهنده
غرب	۰/۹۴۲	۰/۹۷۳	۰/۹۶۸	فزاینده
سیستان	۰/۶۲۳	۰/۶۳۸	۰/۹۷۷	فزاینده
خوزستان	۱	۱	۱	-
خراسان	۰/۹۶۶	۰/۹۸۱	۰/۹۸۴	کاهنده
تهران	۰/۹۳۱	۱	۰/۹۳۱	کاهنده
باختر	۰/۹۹۶	۱	۰/۹۹۶	کاهنده
اصفهان	۱	۱	۱	-
میانگین	۰/۸۸۸	۰/۹۳۷	۰/۹۴۶	

مأخذ: نتایج تحقیق.

۱. درصورت درخواست از نویسنده محاسبات مربوطه قابل ارسال است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

برای تفکیک مفهوم کارایی فنی ازمفهوم کارایی مقیاس و کارایی مدیریتی باید گفت که یک بنگاه زمانی دارای کارایی فنی کامل است که اولاً کارایی مدیریتی کامل داشته باشد و ثانیاً بنگاه از حیت تولیدات در مقیاس بهینه خود باشد. به‌عنوان مثال، برق منطقه‌ای اصفهان دارای کارایی فنی صد در صد است، زیرا هم کارایی مدیریتی کامل دارد و هم در مقیاس بهینه تولید قرار دارد، درحالی‌که ۶ برق منطقه‌ای کیش، هرمزگان،کرمان، فارس، تهران و باختر کارایی فنی کامل ندارند، زیرا علیرغم اینکه کارایی مدیریتی در این مناطق کامل است اما مقیاس فعالیت آنها بهینه نیست. برای ارتقاء کارایی مقیاس می‌توان از راهنمایی داده شده در ستون آخر بهره برد. براساس نوع بازدهی می‌توان به مناطق کیش، یزد، هرمزگان، کرمان، غرب و سیستان توصیه گسترس مقیاس تولید و به آذربایجان، فارس، خراسان، تهران و باختر توصیه کاهش حوزه فعالیت داد. سطر آخر جدول میانگین کارایی برق‌های منطقه‌ای براساس میانگین کارایی فنی ۱۵ برق منطقه را نشان می‌دهد. همچنین، کارایی فنی صنعت برق ایران در سال ۱۳۸۸ به میزان ۸۸/۸ درصد بوده است و ناکارایی ۱۱/۲ درصدی صنعت بر ایران بدلیل ۱۶/۳=۹۳/۷-۱درصد ناکاریی مدیریتی و ۱۵/۴ درصد ناکارایی در مقیاس تولید بوده است.

همان‌طور که گفته شد در ده سال گذشته هم تغییرات تکنولوژیکی و هم تغییرات کارایی صورت‌گرفته است، لذا ضروری است در بررسی تغییرات دینامیک بهره‌وری اثرات هر دو بررسی گردد. در مورد تغییرات تکنولوژیک می‌توان به ظهور تکنولوژی تولید سیکل ترکیبی[1]، سیستم‌های تولید همزمان برق و حرارت CHP[2] و همچنین تولید پراکنده (تولید مقیاس کوچک) اشاره نمود. نیروگاه سیکل ترکیبی شامل تعدادی توربین گاز و توربین بخار است. با استفاده از بویلر بازیاب از حرارت موجود در گازهای خروجی از توربین‌های گاز برای تولید بخار آب مورد نیاز در توربین‌های بخار استفاده می‌شود. در روش CHP ازحرارت تولید شده به‌منظور گرمایش ناحیه‌ای[3] و یا در صنایع فرایندی مورد استفاده می‌شود. تولید پراکنده روش جدیدی است که درآن برق توسط منابع کوچک انرژی وتا حد امکان نزدیک به محل مصرف تولید می‌گردد. این روش تلفات ناشی از انتقال برق را کاهش داده و برای مراکز مانند بیمارستان‌ها، کارخانجات و مجتمع‌های مسکونی مناسب است.

برای دستیابی به هدف اصلی تحقیق یعنی اثر تجدید ساختار برق بر بهره‌وری لازم است تغییرات بهره‌وری کل به روش مالم‌کوئیست محاسبه گردد. اگر نتایج شاخص بهره‌وری کل (مالم‌کوئیست) بزرگتر از یک باشد نتیجه‌گرفته خواهد شد که صنعت برق به‌دلیل تحولات درونش(تغییرات کارایی + تغییرات تکنولوژی) شاهد رشد بهره‌وری بوده است. درغیراینصورت صنعت برق دچار کاهش بهره‌وری شده است.

در جدول (۲) نتایج تغییرات بهره‌وری کل (TFP) براساس شاخص مالم‌کوئیست صنعت آورده شده

1. Combined Cycle Power Plant
2. Combined Heat and Power Plan
3. District Heating

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

است. اعداد ستون آخر، تغییرات بهره‌وری کل صنعت برق در هر سال را نشان می‌دهند. مطابق توضیحات نظری مقاله، تغییرات بهره‌وری نتیجه تغییرات تکنولوژیک و تغییرات کارایی فنی است، لذا می‌توان با توجه به دو ستون میانی سهم هر کدام را در تغییرات نهایی مشخص کرد. به‌عنوان مثال، عدد ۱/۰۲۶ در سال ۱۳۸۴ نشان‌دهنده تغییرات مثبت بهره‌وری صنعت برق در سال ۱۳۸۴ نسبت به سال ۱۳۸۳ به میزان ۲/۶ درصد است. در این سال تغییرات کارایی فنی ۱/۵ درصد و تغییرات تکنولوژیک ۱/۱ درصد بوده است. در جمع‌بندی کلی بجز سال ۱۳۸۷ در دیگر سال‌ها صنعت برق کشور دارای رشد بهره‌وری بوده است. علت این کاهش نیز ناکافی بودن تغییرات تکنولوژیک در این سال بوده است. بیشترین تغییر در بهره‌وری در سال ۱۳۸۲ رخ داده است که دلیل آن افتتاح بازار رقابتی برق در این سال به عنوان مهم‌ترین گام در فرایند اصلاحات ساختاری صنعت برق بوده است. مطابق انتظار اولیه تغییرات کارایی فنی در این سال سهم اصلی را در این تغییر داشته است. سطر آخر میانگین، میانگین‌ها را نشان می‌دهد. در این سطر میانگین ۱۰ ساله تغییرات بهره‌وری کل صنعت برق (TFP) نشان داده شده است که حاکی از بهبود ۲/۳ درصدی در بهره‌وری کل صنعت است. ۱/۴ درصد از این بهبود توسط تغییرات کارایی فنی و ۰/۹ درصد آن در اثر تغییرات تکنولوژیکی در صنعت برق ایجاد شده است. به‌عبارت دیگر، درصورت عدم انجام تجدید ساختار در صنعت برق ایران به‌دلیل پیشرفت‌های تکنولوژیکی در صنعت برق یک رشد ۰/۹ درصدی در بهره‌وری این صنعت قابل پیش‌بینی بود، اما وقوع اصلاحات ساختاری در دهه ۸۰ باعث شد که کارایی فنی صنعت نیز رشد کرده و بهره‌وری صنعت برق ۱/۴ درصد دیگر رشد کند که لذا می‌توان گفت که اصلاحات ساختاری در صنعت برق توانسته بهره‌وری کل صنعت را بهبود بخشد.

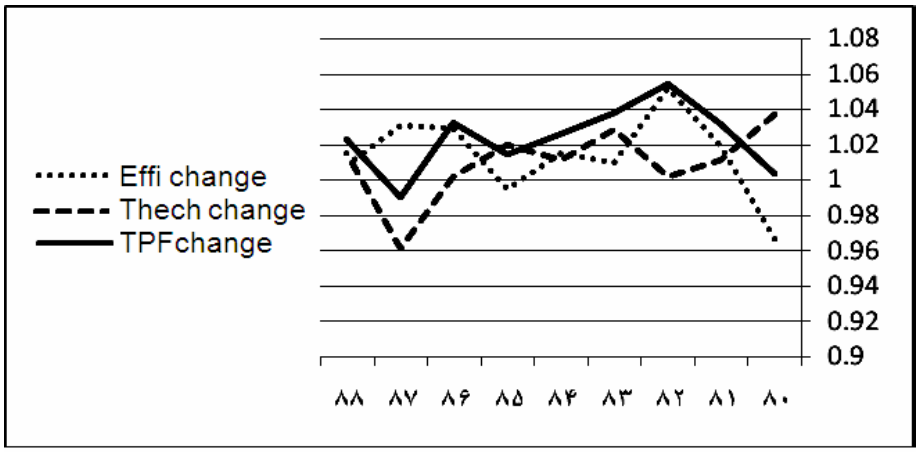
جدول ۲. نتایج میانگین شاخص مالم‌کوئیست برای کل صنعت برق

تغییرات بهره‌وری کل	تغییرات تکنولوژیک	تغییرات کارایی فنی	سال
۱/۰۰۳	۱/۰۳۷	۰/۹۶۷	۱۳۸۰
۱/۰۳۱	۱/۰۱۱	۱/۰۱۹	۱۳۸۱
۱/۰۵۴	۱/۰۰۲	۱/۰۵۲	۱۳۸۲
۱/۰۳۸	۱/۰۲۸	۱/۰۱	۱۳۸۳
۱/۰۲۶	۱/۰۱۱	۱/۰۱۵	۱۳۸۴
۱/۰۱۴	۱/۰۲	۰/۹۹۵	۱۳۸۵
۱/۰۳۲	۱/۰۰۲	۱/۰۲۹	۱۳۸۶
۰/۹۹	۰/۹۶۱	۱/۰۳۱	۱۳۸۷
۱/۰۲۳	۱/۰۱۵	۱/۰۰۸	۱۳۸۸
۱/۰۲۳	۱/۰۰۹	۱/۰۱۴	میانگین

مأخذ: نتایج تحقیق.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

در جدول (۲) اطلاعات سال ۱۳۷۹ خالی است، زیرا شاخص مالم کوئیست یک متغیر دینامیک است که از حرکت صنعت از یک سال به سال بعد ساخته می‌شود، لذا سال اول که نقطه شروع دوره است فاقد شاخص تغییراتی خواهد بود. بیان نموداری تغییرات بهره‌وری طی ده سال (۱۳۸۸- ۱۳۷۹) در نمودار (۵) نشان داده شده است. خط ممتد پررنگ نشان‌دهنده تغییرات بهره‌وری کل است. این خط بجز در سال ۱۳۸۷ در سایر سال‌ها بالاتر از یک بوده که نشان می‌دهد بهره‌وری در این سال‌ها دارای بهبود بوده است. در این بهبود هم رشد تکنولوژیک و هم بهبود کارایی فنی نقش داشته‌اند. در سال ۱۳۸۷ کاهش بهره‌وری کل به زیر خط واحد به دلیل تغییرات منفی تکنولوژیک بوده است.



مأخذ: نتایج تحقیق برای سال‌های (۱۳۸۸ ـ ۱۳۷۹).

نمودار۵ . تغییرات بهروری کل، تغییرات فنی و تغییرات تکنولوژیکی

محاسبه تغییرات بهره‌وری به تفکیک برق منطقه‌ای و علت اصلی ایجاد این تغییرات در جدول (۳) نشان آورده‌شده است. نتایج نشان می‌دهدکه در دوره ده ساله فوق ۷ برق منطقه‌ای دارای بهبود در بهره‌وری بوده‌اند. برق منطقه‌ای یزد در مجموع بهبود بهره‌وری نداشته است. دو برق منطقه‌ای آذربایجان و غرب دارای کاهش در بهره‌وری هستند و تنها در برق منطقه‌ای غرب هر دو گروه تغییرات دارای روند کاهشی بوده است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

جدول ۳. محاسبه تغییرات بهره‌وری به تفکیک برق منطقه‌ای و علت تغییر

توضیحات	تغییرات بهره‌وری کل	تغییرات تکنولوژیک	تغییرات کارایی فنی	برق منطقه‌ای
کاهش بهره‌وری کل (کاهش تغییرات تکنولوژیک بهبود کارایی را خنثی کرده است)	۰/۹۹۹	۰/۹۹۷	۱/۰۰۲	اذربایجان
بهبود بهره‌وری کل (بهبود کارایی فنی تغییرات منفی تکنولوژیک را پوشش داده است)	۱/۰۳۴	۰/۹۹۱	۱/۰۴۳	کیش
تغیرات مثبت ومنفی برابر بوده است	۱	۱/۰۰۸	۰/۹۹۲	یزد
رشد بهره‌وری بدلیل رشد تکنولوژیک و رشد کارایی فنی هردو (رشد تکنولوژیک > رشد کارایی فنی)	۱/۰۳۶	۱/۰۳۳	۱/۰۰۲	هرمزگان
رشد در بهره‌وری فقط بخاط رشد تکنولوژیک	۱/۰۱۱	۱/۰۱۱	۱	مازندران
رشد در بهره‌وری فقط بخاط رشد تکنولوژیک	۱/۰۱۲	۱/۰۱۲	۱	گیلان
رشد بهره‌وری بدلیل رشد تکنولوژیک و رشد کارایی فنی هردو (رشد تکنولوژیک < رشد کارایی فنی)	۱/۰۹۶	۱/۰۰۹	۱/۰۸۶	کرمان
رشد بهره‌وری بدلیل رشد تکنولوژیک و رشد کارایی فنی هردو (رشد تکنولوژیک < رشد کارایی فنی)	۱/۰۳۹	۱/۰۰۶	۱/۰۳۳	فارس
کاهش بهره‌وری بدلیل کاهش تکنولوژیکی و کاهش کارایی فنی هردو	۰/۹۹	۰/۹۹۷	۰/۹۹۳	غرب
رشد در بهره‌وری فقط بخاطر رشد کارایی فنی	۱/۰۰۸	۱	۱/۰۰۵	سیستان
رشد در بهره‌وری فقط بخاطر رشد تکنولوژیک	۱/۰۰۵	۱/۰۰۸	۱	خوزستان
رشد بهره‌وری بدلیل رشد تکنولوژیک و رشد کارایی فنی هردو (رشد تکنولوژیک < رشد کارایی فنی)	۱/۰۳۳	۱/۰۰۹	۱/۰۲۴	خوراسان
رشد بهره‌وری بدلیل رشد تکنولوژیک و رشد کارایی فنی هردو (رشد تکنولوژیک > رشد کارایی فنی)	۱/۰۴۲	۱/۰۳۱	۱/۰۱۱	تهران
رشد بهره‌وری بدلیل رشد تکنولوژیک و رشد کارایی فنی هردو (رشد تکنولوژیک = رشد کارایی فنی)	۱/۰۳۷	۱/۰۱۸	۱/۰۱۹	باختر
رشد در بهره‌وری فقط بخاطر رشد تکنولوژیک	۱/۰۱۴	۱/۰۱۴	۱	اصفهان
بطور میانگین برای کل صنعت برق، تغییرات کارایی نقش بیشتری در بهبود بهره‌وری داشته است	۱/۰۲۳	۱/۰۰۹	۱/۰۱۴	میانگین

مأخذ: نتایج تحقیق.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

۷. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

طی ۳۰ سال گذشته، اصلاحات ساختاری در صنعت برق به پشتوانه نتایج تئوریک اقتصاد خرد و با انگیزه افزایش بهره‌وری، ایجاد بازار رقابتی، کاهش قیمت و در نتیجه افزایش رفاه در بسیاری از کشورهای دنیا اجرا شده است که در برخی کشورها نتایج مثبت و در برخی کشورها نتایج منفی بهمراه داشته است. اصلاحات ساختاری در صنعت برق ایران به‌صورت جدی در دهه ۸۰ صورت گرفت. اصلاحات شامل سه مرحله بود. مقررات زدایی که زمینه قانونی حضور بخش خصوصی و حرکت به سمت بازار رقابتی و کاهش نقش دولت را فراهم کرد، تجدید ساختار که با هدف شکست انحصار عمودی صنعت برق و تفکیک آن به سه بخش تولید و توزیع و انتقال صورت گرفت و خصوصی‌سازی که با هدف انتقال مالکیت به بخش خصوصی بود و هم اکنون در جریان است.

در ده سال (۱۳۸۸-۱۳۷۹) حداقل دو رخداد مهم در صنعت برق ایران رخ داده است. اول تغییرات تکنولوژیکی و دوم تغییرات کارایی فنی. تغییرات تکنولوژیکی ریشه در رشد علم مهندسی دارد، لذا شاهد بکارگیری توربین‌ها و روش‌های جدیدتر تولید برق هستیم. در مقابل، تغییرات کارایی فنی ریشه در اصلاح الگوی مدیریتی و مالکیتی دارد. طبق اصول اقتصاد خرد رشد تکنولوژی منحنی تولید را به سمت بالا جابجا می‌کند و همچنین مالکیت خصوصی و نظام رقابتی کارایی فنی بالاتری نسبت به حالت مالکیت دولت و انحصار کامل دارند لذا در بررسی اثر اصلاحات صنعت برق تنها تمرکز بر تغییرات کارایی فنی نتایج دقیقی ارائه نمی‌کرد و لازم بود که تغییر کارایی فنی و تکنولوژی همزمان دیده شود. برای این هدف از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و شاخص بهره‌وری کل مالم‌کوئیست استفاده می‌شود. شاخص مالم‌کوئیست این توانایی ممتاز را دارد که در یک دوره خاص تغییرات تکنولوژیک را از تغییرات بهره‌وری تفکیک کند و سهم هریک را در تغییرات بهره‌وری کل نشان دهد. برای این منظور، میانگین کارایی فنی ۱۵ برق منطقه‌ای به عنوان شاخص کارای صنعت برق برای ۱۰ سال (۱۳۸۸ـ ۱۳۷۷) انتخاب شد. سپس، براساس کارایی فنی محاسبه شده شاخص مالم‌کوئیست برای نشان‌دادن تغییر در بهره‌وری کل محاسبه گردید. مدل بررسی می‌تواند بازده ثابت به مقیاس و یا بازده متغیر به مقیاس باشد. از آنجایی‌که بنگاه‌های برق همیشه در مقیاس بهینه خود تولید نمی‌کنند، حالت بازده متغیر به مقیاس برای مدل انتخاب گردید تا نوع بازدهی هر بنگاه نیز مشخص گردد. مدل تحقیق خروجی محور در حالت بازده متغیر به مقیاس است. متغیر خروجی مدل مورد استفاده، تولید ناویژه برق و متغیرهای ورودی، ظرفیت نامی، سوخت و نیروی کار بودند. نتایج مدل نشان می‌دهد که شاخص مالم‌کوئیست در تمام سال‌ها بجز سال ۱۳۸۷ بزرگتر از یک بوده است که با توجه به ادبیات نظری نشان‌دهنده بهبود بهره‌وری در این سال‌ها است. بطور میانگین بهره‌وری کل صنعت برق ایران در دوره (۱۳۸۸ - ۱۳۷۹) به میزان ۲/۳ درصد رشد داشته است که سهم بهبود کارایی فنی و بهبود تکنولوژیک به‌ترتیب ۱/۴ و ۰/۹ درصد بوده است. به‌عبارت دیگر، درصورت عدم

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

انجام تجدید ساختار در صنعت برق ایران به‌دلیل پیشرفت‌های تکنولوژیکی در صنعت برق یک رشد ۹ درصدی در بهره‌وری این صنعت قابل پیش‌بینی بود، اما وقوع اصلاحات ساختاری در دهه ۸۰ باعث شد که کارایی فنی صنعت نیز رشد کرده و بهره‌وری صنعت برق ۱/۴ درصد دیگر رشد کند لذا می‌توان گفت که اصلاحات ساختاری در صنعت برق توانسته بهره‌وری کل صنعت را بهبود بخشد.

منابع

بانکیان، محمداسماعیل (۱۳۸۴)، *تاریخ یکصد سال صنعت برق ایران*، تهران: نشر فردوس.

پژویان، جمشید (۱۳۸۷)، *اقتصاد بخش عمومی*، تهران: نشر جنگل، ص ۲۹۱.

پورکاظمی، محمدحسین وکیومرث حیدری (۱۳۸۱)،" استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در ارزیابی کارایی نیروگاه‌های حرارتی تولید برق کشور"، *نشریه مدرس علوم انسانی دانشگاه ترتبت مدرس*، دوره هفتم، شماره اول، صص ۵۴ ـ ۳۵.

سازمان توسعه برق ایران (۱۳۸۹)، *گزارش آخرین وضعیت نیروگاه‌های BOO*، مرداد ۱۳۸۹.

سازمان خصوصی‌سازی (۱۳۸۹)، آمار تفصیلی واگذاری: واگذاری سهام به تفکیک صنعت قابل دسترسی در سایت http://www.ipo.ir/uploads/1_55_ipo-tafsili-900930.pdf.

سهیلی،کیومرث (۱۳۸۰)، "چالش‌ها، تنگناها، آثار و راهکارهای آزاد سازی و خصوصی‌سازی در بخش انرژی"، سومین همایش ملی انرژی: تجدید ساختار بخش انرژی، خصوصی‌سازی و آزادسازی، تهران: معاونت برق و انرژی وزارت نیرو.

شاکری، عباس (۱۳۸۶)، *اقتصاد خرد ۲ نظریه‌ها و کاربردها*، تهران: نشر نی، ص ۱۲۲.

شرکت توانیر (۱۳۸۹)، *۴۳ سال صنعت برق ایران درآیینه آمار*، دفتر آمار و اطلاع‌رسانی.

شرکت توانیر (۱۳۸۹)، طرح خصوصی‌سازی صنعت برق: واگذاری نیروگاها به‌صورت دارایی قابل دسترس در سایت ttp://www. tavanir.org.ir/privatization/powerplant/salepower.asp.

شرکت توانیر (۱۳۸۹)، طرح خصوصی‌سازی صنعت برق، خصوصی‌سازی بخش توزیع قابل دسترسی در سایت http://www. tavanir. org. ir/privatization/tozi/default. asp.

رحمانی، بهرام (۱۳۸۱)، *برآورد و تحلیل کارایی و بهره‌وری نیروگاه‌های حرارتی برق کشور با استفاده از روش DEA و SFA*، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه تبریز دانشکده علوم انسانی و اجتماعی.

زیبا، فاطمه (۱۳۸۶)، "ارزیابی تغییر کارایی و رشد بهره‌وری انرژی با استفاده ازتحلیل پوششی داده‌ها و شاخص مالم‌کوئیست"، *مجموعه مقالات ششمین همایش ملی انرژی*، تهران: معاونت برق و انرژی وزارت نیرو.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

زراءنژاد، منصور و رضا یوسفی (۱۳۸۸)، "ارزیابی بهره‌وری عوامل تولید بانک مسکن با استفاده از شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست"، *فصلنامه پول و اقتصاد*، شماره ۲.

عالی، صمد و حسن یوسفی (۱۳۸۱)، "سنجش بهره‌وری به روش شاخص مالم‌کوئیست"، *مجموعه مقالات سومین همایش کیفیت و بهره‌وری در صنعت برق*، تهران: پژوهشگاه نیرو.

فلاحی، محمدعلی و وحیده احمدی (۱۳۸۴)، "ارزیابی کارایی شرکت‌های توریع برق در ایران"، *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۷۱ صص ۳۲۰ ـ ۲۹۷.

قاضی‌زاده، محمدصادق (۱۳۸۵)، "بازار برق جمهوری اسلامی ایران: بنیادها و ویژگی‌ها"، *مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی مدیریت و برنامه‌ریزی انرژی*، تهران: مؤسسه پژوهش در مدیریت و برنامه‌ریزی انرژی، دانشکده فنی دانشگاه تهران.

مهرگان، محمدرضا (۱۳۸۷)، "مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها"، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

امامی‌میبدی، علی (۱۳۸۴)، "اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری"، انتشارات مرکز مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.

Abbott, M. (2006), "The Productivity and Efficiency of the Australian Electricity Supply Industry", *Energy Economics,* Vol 28, No. 4, PP. 444–454.

Aghion, P., Bloom, D., Blundell, R., Griffith, R. & P.Howitt (2005), "Competition and Innovation: an Inverted U Relationship", *The Quarterly Journal of Economics*, MIT Press, Vol. 120, No. 2, PP. 701-728.

Blundell, R., Griffith, R. & J. Van Reenan (1999), "Market Share, Market Value & Innovation in a Panel of British Manufacturing Firms", *Review of Economic Studies*, Vol. 66, No.3, PP. 529–54.

Coelli, T. (1996), "A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis, Centre for Efficiency and Productivity Analysis (CEPA)", University of New England, /http://www.uq.edu.au/economics/cepa/deap.htmS.

Dedoussis, V., Konstas, C., Kassimis, A. & S. Sofianopoulou (2010), "Efficiency Evaluation of Hydroelectric Power Plants Using Data Envelopment Analysis", *Journal of Applied Operational Research*, Vol. 2, PP. 94–99.

Emami, Meibodi A. (1998), "Efficiency Considerations in the Electricity Supply Industry: the Case of Iran", University of Surrey: www.Surrey.ac.uk/Economics /files/ Apaperspdf /SEED%2095, pdf.

Fathollahzadeh, R. (2011), "Dynamics of productivity Change in the Australian Electricity Industry: Assessing the Impacts of Electricity Reform", *Energy Policy,* Vol. 39, No. 6, PP. 3281-3295.

Ida, T. & E. Ito (2007), "Post-Regulatory Reform Productivity Gains in Japan's Electricity Industry", *Applied Economics Letters*, Vol. 14, No. 13, PP. 975-979.

Jain, S., Thakur, S. & A. Shandilya (2010), "Cost Benchmarking of Generation Utilities Using DEA: A Case Study of India", *Journal of Technology and Investment*, Vol. 1, PP. 229-234.

Ma, Chunbo, Zhao, X. Ma, Q. & Y. Zhao (2011), "China's Electricity Market Reform and Power Plants Efficiency by Malmquist Index", Working Papers 117811, University of Western Australia, School of Agricultural and Resource Economics.

Migueis, V. (2011), "Productivity Change and Innovation InNorwegian Electricity Distribution Companies", *Journal of the Operational Research*, PP.1-9. http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/55195/2/29008.pdf.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]

Nicoletti, G. & S. Scarpetta (2003), "Regulation and Growth: OECD Evidence", *Economic Policy*, Vol. 18, No.1, PP. 9–72, http://ideas. repec. org/p/wbk /wbrwps /2944.
Taborda, R. (2011), "Productivity Growth in Electric Energy Commercialization in Colombia. A bootstrapped Malmquist Indices approach", Universidad Del Rosario, www.usaeeorg/usaee2011/submissions/Online Proceedings/rtaborda_paper_to_usaee, pdf.
Shu, T., Zhong, X. S. Zhang (2011), "TFP Electricity Consumption Efficiency and Influencing Factor Analysis Based on DEA Method", *Energy Procedia*, Vol. 12, PP. 91–97.
Sueyoshi, T. & M. Goto (2011), "Operational Synergy in the US Electric Utility Industry under an Influence of Deregulation Policy", *Energy Policy,* Vol. 39, No. 2, PP. 699–713.
Wu, y., & B. Wang (2007), "Environmental Regulation and Productivity Growth: A Study of the APEC Economies", University of Western Australia, Department of Economics, Working Papers, No. 07-17, URL: http://www.business.uwa.edu.au/school/disciplines/economics/?a=98645.
Yang, H. (2011), "Incorporating Undesirable Outputs into Malmquist TFP of Chinese Power Plants", *Applied Economics Letters,* Vol. 19, No. 3, PP. 277-283.
Yörük, B. K. & O. Zaim (2005), "Productivity Growth in OECD Countries: A Comparison with Malmquist Indices", *Journal of Comparative Economics,* Vol. 33, No. 2, PP. 401-442.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-02-19]