



فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری  
سال دهم / شماره سی‌ونهم / پاییز ۱۴۰۰

## رقابت پذیری صنعت برق در ایران

رسول ستاری

دانشجوی دکتری تخصصی، رشته علوم اقتصادی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

کریم امامی جزء

عضو هیأت علمی واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ایران.

تیمور محمدی

عضو هیأت علمی واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۵/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۶/۰۴

### چکیده

رقابت پذیری معیاری کلیدی برای ارزیابی درجه موفقیت بنگاه‌ها در میدان‌های رقابت اقتصادی و تجاری به حساب می‌آید. مدل پانزرا روس برای اندازه‌گیری درجه رقابت و مقایسه آن در دهه‌های اخیر مورد برآورد قرار می‌گیرد، برای این منظور از مدل فوق استفاده می‌گردد. به علاوه، شاخصهای اقتصادی به منظور تحلیل وضعیت اقتصادی یک کشور در سطح کلان و برای تعیین وضعیت یک صنعت و سازمان در حیطه فعالیت آنها و در بین سایر رقبا در سطح خرد مورد استفاده قرار می‌گیرند. از طرفی، بهره‌وری، منبع اساسی توسعه ملی و بقای شرکتها در عرصه بازاراست و سطح رقابت پذیری را مشخص می‌کند. در این تحقیق به منظور رتبه‌بندی بنگاه‌های اقتصادی فعال در صنعت برق کشور مدل پانزاروس مورد استفاده قرار گرفته است در سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۴ طراحی و تدوین شده است. هدف اصلی این تحقیق تخمین میزان رقابت پذیری بنگاه‌های صنعت برق با استفاده و در نهایت فهرست رتبه‌بندی شده بر اساس رقابت پذیری می‌باشد. با ترکیب رویکردهای مختلف، استفاده از آمار و اطلاعات مالی نیروگاهها و جمع‌بندی نظرات متخصصین صنعت مربوطه در مورد مولفه‌های مهم در صنعت طراحی مدل صورت پذیرفته است. به این ترتیب با استفاده از اطلاعات این مدل بنگاه‌های صنعت برق و مدل طراحی شده بهترین‌های صنعت (رقابت پذیرترین‌ها) شناسایی و سایر بنگاه‌ها به تناسب فهرست می‌شوند.

**واژه‌های کلیدی:** رقابت پذیری، تصمیم‌گیری چندشاخصه، مدل رقابت پذیری بنگاه، بهره‌وری، نیروگاه.

## ۱- مقدمه

در حال حاضر رقابت پذیری موضوعی محوری در سطح دنیا است و از آن به عنوان وسیله ای جهت دست یابی به رشد اقتصادی مطلوب و توسعه پایدار یاد می شود. در یک اقتصاد جهانی شده، رقابت پذیر بودن به معنای امکان به دست آوردن موقعیت مناسب و پایدار در بازارهای بین المللی است. در عصر گسترش روزافزون جهانی شدن، رقابت پذیری موضوعی مهم در بین سیاست گذاران سطوح مختلف (کشور، صنعت و شرکت) در بخش های مختلف دنیا تلقی می‌شد (Shurchuluu ۲۰۰۲). موضوع رقابت پذیری علیرغم اهمیت و ضرورت توجه به آن، یکی از مفاهیمی است که در کشور کمتر مورد بررسی قرار گرفته است (جوان آملی و همکاران، ۱۳۷۸). مفهومی وسیع تر، رقابت پذیری بر بقای شایسته ترین ها دلالت می کند. امروزه صاحب نظران بین رقابت پذیری ایستا و پویا تفاوت عمده قایل اند. در شکل ایستا تاکید قالب بر رقابت قیمتی بود به طوری که بنگاه های اقتصادی بر مبنای مزیت هایی نظیر کارگر ارزان، منابع طبیعی و ... با یکدیگر رقابت می کردند در چنین حالتی است که پایداری در رقابت پذیری وابسته به نگهداری و یا کاهش هزینه های تولید دارد و این اصولی است که بنگاه های اقتصادی در کشورهای در حال توسعه برای رقابت از آن بهره می برند. رقابت پذیری پویا با تغییر ماهیت رقابت همراه است و اهمیت بیشتری برای توانایی بنگاه ها بر اداره کسب و کار به صورت حرفه ای، یادگیری و خلاقیت و نوآوری قایل است (ایمانی راد، ۱۳۷۹). با توجه به اینکه بررسی های صورت گرفته در حوزه رقابت پذیری در داخل کشور بیشتر در سطح ملی و همچنین در سطح صنعت بوده است و با توجه به اینکه تحقیقات انجام شده در سطح بنگاههای اقتصادی در ایران عمدتاً در زمینه معیارهای مورد استفاده و طراحی مدل در این زمینه بوده است، به صورت عملیاتی بررسی در مورد بنگاه های اقتصادی فعال در یک صنعت خاص اقتصادی در کشور، شرکت های فعال در یک صنعت خاص را مورد بررسی قرار دهد که به عنوان پیش فرض صنعت نیروگاهی، انجام نشده است. این تحقیق در نظر دارد با طراحی یک مدل اجرایی و عملیاتی به منظور اندازه گیری رقابت پذیری بنگاه های تولید کننده برق یا نیروگاهها به عنوان یکی از کلیدی ترین و عظیم ترین صنایع جهان، انتخاب شده است و در نهایت با استفاده از روش های مرسوم رتبه بندی، بنگاه های اقتصادی فعال در این صنعت از منظر رقابت پذیری رتبه بندی شوند.

که به شرح ذیل می باشد لازم به ذکر است متغیر های مجازی وارد به منظور امکان محاسبه شاخص درجه رقابت در سال های مختلف وارد مدل شده است:

$$\ln(TR) = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(q) + \alpha_2 \ln(w) + \alpha_3 \ln(r) + \alpha_4 \ln(pe) + \alpha_5 d_1 * \ln(w) + \alpha_6 d_1 * \ln(r) + \alpha_7 d_1 * \ln(pe) + \alpha_8 d_2 * \ln(w) + \alpha_9 d_2 * \ln(r) + \alpha_{10} d_2 * \ln(pe) + \alpha_{11} d_3 * \ln(w) + \alpha_{12} d_3 * \ln(r) + \alpha_{13} d_3 * \ln(pe) + \varepsilon_{i,t}$$

$\ln Q$ : لگاریتم تولید برق

$\ln(TR)$ : لگاریتم درآمد کل فروش برق (متوسط قیمت فروش برق ضدب در کل برق مصرفی در هر سال)

$\ln(w)$ : لگاریتم دستمزد نیروی کار

$\ln(PE)$ : لگاریتم قیمت انرژی (میانگین وزنی قسمت شوخت مصرفی در سال)

$\ln(r)$ : لگاریتم نرخ بهره

D1: متغیر مجازی سال های ۱۳۶۵ الی ۱۳۷۴

D2: متغیر مجازی سال های ۱۳۷۵ الی ۱۳۸۴

D3: متغیر مجازی سال های ۱۳۸۵ الی ۱۳۹۴

$\varepsilon_{i,t}$ : خطای باقی مانده

$\alpha$  تا  $13\alpha$  ضرایب متغیرها (شیب)

$\alpha$ : مقدار ثابت محاسبه شده توسط مدل رگرسیون

حال با توجه به مشاهدات با استفاده از نرم افزار EViews به برآورد اولیه مدل پرداخته می شود:

### بیان مسأله و اهمیت آن

اقتصاد ایران در شرایطی است که از یک طرف جهت آزادسازی تجاری تحت فشار شدید بین المللی است و از طرف دیگر به منظور توسعه پایدار، ناگزیر از توسعه قابل ملاحظه صادرات غیرنفتی و افزایش سهم آن در کل صادرات کشور است. با وجود منابع و ظرفیتهای زیاد، به نظر می رسد بنگاه های ایران به واسطه حمایت، هدایت و مدیریت مناسب، می توانند به درجه قابل قبولی از رقابت پذیری در عرصه بازارهای جهانی دست یافته و منشأ اثرات قابل توجهی در بهبود شرایط اقتصادی ایران شوند (بهکیش، ۱۳۸۱). موضوع رقابت پذیری علیرغم اهمیت و ضرورت توجه به آن، یکی از مفاهیمی است که در کشور کمتر به صورت عملیاتی و مبتنی بر آمار و اطلاعات جامع و واقعی و صحت گذاری شده، مورد بررسی قرار گرفته است. در این پژوهش ضمن این که مدلی برای اندازه گیری توان رقابت پذیری بنگاه های اقتصادی ارائه شده با استفاده از روش های مرسوم رتبه بندی، رتبه بندی بنگاه های اقتصادی مورد بررسی از نظر توان رقابت پذیری بنگاه نیز ارائه خواهد شد. بر این اساس مدل پیشنهادی قابلیت استفاده برای صنایع مختلف را خواهد داشت و سرفصل هایی نظیر ارزش افزوده، اجزای آن، شاخص های بهره وری و غیره از جمله پارامترهایی می باشد که در این مدل مورد استفاده قرار می گیرد (جوان آملی و همکاران، ۱۳۷۸). بررسی های صورت گرفته در حوزه رقابت پذیری در داخل کشور بیشتر در سطح ملی و همچنین در سطح صنعت بوده است و با توجه به اینکه تحقیقات انجام شده در سطح بنگاه های اقتصادی در ایران عمدتاً در زمینه معیارهای مورد استفاده و طراحی مدل در این زمینه بوده است، به صورت عملیاتی بررسی در مورد بنگاه های اقتصادی فعال در یک صنعت خاص انجام نشده است. رقابت پذیری یک اقتصاد به رقابت پذیری شرکتهای داخل آن بستگی دارد. با این حال رقابت پذیری اقتصاد ملی چیزی فراتر از جمع ساده یا میانگین رقابت پذیری شرکتهای آن می باشد. زمانی که رقابت پذیری در یک صنعت مورد مطالعه به عنوان محیط فعالیت و رقابت بنگاه ها در نظر گرفته می شود ماهیتی زیرساختی به خود می گیرد که باید به صورت ملی به این موضوع نگرست. در اکثر کشورهای در حال توسعه، بنگاه های اقتصادی توانایی شان در حوزه رقابت پذیری محدود است و منافع حاصل از بهبود بهره وری لزوماً به رقابت پذیری بالاتر ختم نمی شود (پروکوپنکو، ۲۰۰۶). (اهمیت سیاست های رقابتی و نقش آن در بستر سازی حرفه ای رقابت سالم و توسعه رقابت

پذیری از یک سو و نقش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در افزایش رقابت پذیری از سوی دیگر از ضرورت‌های انجام این تحقیق به شمار می‌آید. همچنین بررسی حرفه‌ای موضوع تجارت (از منظر توسعه صادرات و مدیریت واردات حرفه‌ای) از دیگر موارد قابل تامل در انجام این تحقیق می‌باشد. عدم توجه کافی به موضوع رقابت پذیری و الزامات آن می‌تواند منافع حاصل از آزادسازی تجاری و خصوصی سازی را به حداقل برساند. افزایش فشارهای رقابتی بر بنگاه‌های اقتصادی در چند سال اخیر بیش از هر زمان دیگری قابل لمس بوده است. در شرایطی که مرز بین بنگاه‌های اقتصادی به واسطه سرعت انتشار اطلاعات و به لطف توسعه فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی کمرنگ شده است، بنگاه‌های اقتصادی به منظور بقا و ادامه حیات خود چاره‌ای جز بالابردن توان رقابتی خود نه تنها در سطح صنعت خود بر که در سطح ملی و فراملی ندارند. از این رو توسعه یک مدل رقابت پذیری حرفه‌ای و رتبه‌بندی خروجی‌های آن و درک عوامل تاثیرگذار بر افزایش توان رقابت پذیری بنگاه‌ها و ایجاد بستر مناسب برای رشد و توسعه آن‌ها امری ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به اینکه این بررسی به صورت مطالعه موردی برای صنعت برق انجام می‌شود، برای تمامی شرکت‌های نیروگاه که در این بررسی مورد مطالعه قرار می‌گیرند، گزارشی از وضعیت رقابت پذیری آنها تهیه می‌شود. در سطحی بالاتر این مدل امکان بررسی وضعیت رقابت پذیری صنعت برق را در طی چند سال اخیر فراهم می‌آورد. در نتیجه در صورتی که با استفاده از این مدل وضعیت رقابت پذیری سایر بخش‌های اقتصادی اندازه‌گیری شود امکان مقایسه و رتبه‌بندی صنایع مختلف در کشور نیز از این منظر فراهم خواهد شد.

### مروری بر ای‌بی‌ات تحقیق

سلیمان آچیکالین و همکاران (۲۰۱۵) به ارزیابی وضعیت رقابتی و میزان تمرکز در بانک‌های ترکیه با استفاده از الگوی پنزار-راس و نسبت تمرکز  $3CR$  و  $4CR$  و هرفیندال هیرشمن پرداختند آنها با استفاده از داده‌های مربوط به ۲۲ بانک تجاری در طی دوره ۲۰۱۳-۲۰۰۲ و استفاده از روش حداقل مربعات تعمیم یافته داده‌های ترکیبی به این نتیجه رسیدند که میزان  $H$  تخمینی براساس الگوی پنزار-راس برابر با  $0/599$  در طی این سالها بوده است که ساختار رقابت انحصاری را برای صنعت بانکداری ترکیه نشان می‌دهد. از طرفی ارقام مربوط به تمرکز  $3CR$  و  $4CR$  و هرفیندال هیرشمن براساس دارائی‌های کل بانکها نشان می‌دهد که این ارقام از  $0/48$  و  $0/59$  و  $1188$  در سال ۲۰۰۲ به رقم  $0/40$ ،  $0/52$  و  $990$  در سال ۲۰۱۳ رسیده اند که نشان دهنده کاهش تمرکز در بخش صنعت بانکی ترکیه و افزایش میزان رقابت در طی این سالها بوده است.

نتایج حاکی از تمرکز بیشتر صنایع مالزی، نسبت به سایر کشورهای توسعه یافته است. روش استفاده شده برآورد مدل برای حالت خطی حداقل مربعات معمولی (OLS) و برای حالت غیر خطی حداکثر درست نمایی (ML) نشان دهنده کاهش تمرکز و قدرت انحصاری در دوره مطرح شده است. تلاش‌های سازمانی دولت در تقلیل دادن قدرت انحصارگران و افزایش سطح رقابت به وسیله راه حل‌های توسعه برنامه ۷ ساله مالزی همچون افزایش در استفاده از سرمایه، فرصت‌های بازار و رفع موانع موفقیت آمیز بوده است.

کارل اگینجروهکاران (۱۹۹۵) به اندازه گیری قدرت انحصاری در دو صنعت شیشه و دستگاههای غیرالکتريکی در بین صنایع اتریش پرداختند. آن ها به پیروی از روش NEIO و استفاده از یک سیستم همزمان معادلات مقطعی غیرخطی و روش حداکثر راستنمایی برای تخمین داده ها استفاده کردند. این محققین به منظور تعیین قدرت انحصاری به محاسبه شاخص هرفیندال، شاخص لرنرو نسبت تمرکز در طی سالهای ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۰ پرداختند. یافته ها حاکی از آنست که در صنعت شیشه که نسبتاً صنعت کوچکی بود نسبت تمرکز ۴ بنگاه بزرگترین حدود ۸۵ درصدو بخش ماشین آلات غیر الکتريکی که ۱۳ درصد از محصول را تولید می کند نسبت تمرکز ۴ بنگاه بزرگترین تنها ۱۱ درصد بود و میانگین شاخص لرنرو هرفیندال محاسبه شده بترتیب ۰/۲۹ و ۰/۳۲ برای صنعت شیشه و ۰/۱۹ و ۰/۰۰۶ برای ماشین آلات غیرالکتريکی تخمین زده شد. که نتایج بدست آمده نشان از وجود قدرت بازاری برای صنعت شیشه نسبت به دستگاههای غیرالکتريکی است که صنعت شیشه می تواند به عنوان یک صنعت انحصاری و ماشین آلات غیر الکتريکی به عنوان یک صنعت رقابتی بررسی شود. همچنین آنها با محاسبه سهم ۴ بنگاه بزرگترین در اشتغال (۴CR) صنعت شیشه را به عنوان سومین متمرکزترین و ماشین آلات غیرالکتريکی را به عنوان ۱۷ امین یا ۱۹ امین متمرکزترین در میان صنایع اتریش قرار دادند. از طرفی با مقایسه شاخص های انحصاری در طی سالهای ۱۹۶۳ الی ۱۹۹۰ مشاهده شده است که قدرت بازاری با گذشت زمان در اتریش کاهش یافته است که این کاهش ناشی از فرایند یکپارچگی اتحادیه اروپایی در طی زمان بوده است.

خداداد کاشی، احمدیان و ابراهیمی (۱۳۹۳) به ارزیابی اندازه همکاری و انحصار در صنایع بزرگ ایران پرداخته اند. آنها با استفاده از رویکرد تغییرات حدسی و درجه توافق میزان قدرت انحصاری در دو صنعت نساجی و خودرو سازی ایران را طی دوره (۱۳۸۶-۱۳۵۸) اندازه گیری کرده اند. در این تحقیق با استفاده از تابع هزینه و تقاضای نهاده و کاربرد روش تخمین SUR نسبت به ارزیابی درجه توافق و قدرت انحصاری اقدام شد. یافته های این تحقیق وابستگی متقابل بنگاهها در صنعت خودروسازی و بالابودن درجه توافق و قدرت انحصاری در این صنعت و ناچیز بودن درجه وابستگی متقابل بنگاهها در صنعت نساجی و ساختار رقابتی آن را نشان می دهد.

شهیک تاش و نوروزی (۱۳۹۳) به بررسی ساختار ازار صنایع کارخانه ای ایران براساس مدل های ساختاری و غیرساختاری در ۱۳۱ صنعت کد چهاررقمی ISIC در طی دوره ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۷ پرداخته اند. یافته های این تحقیق براساس شاخص های لرنر، بون و هرفیندال نشان می دهد که در بخش صنعت ایران رقابت اندک است و صنعت کشور با توجه به مقادیر شاخص بون (۱۲/۰-) و هرفیندال هیرشمن (۲۴/۰) و لرنر (۳۶/۰) در شرایط رقابت انحصاری قرار دارد. و در آن صنعت "تولید وسایل نقلیه موتوری" با سهمی معادل ۱۶/۳۸ درصد بیشترین سهم ارزش فروش نسبی در صنایع کارخانه ای را داراست که با توجه به محاسبه انواع تمرکز دارای ساختار بازار انحصاری می باشد. اساساً دو روش برای اندازه گیری میزان انحصار وجود دارد: روش های پارامتریک و غیر پارامتریک. در روش غیر پارامتریک از شاخص های مختلف مثل نسبت تمرکز چند بنگاه (CRn) یا شاخص هرفیندال - هیرشمن (HHI) یا شاخص آنتروپی یا شاخص واریانس اندازه لگاریتمی بنگاهی یک بازار استفاده می شود. با ملاحظه ارقام این شاخص های محاسبه شده می توان در مورد شرایط بازار از حیث رقابت و انحصار

قضاوت کرد. برای مثال هرچه اندازه نسبت تمرکز چهار بنگاه به یک نزدیک تر باشد نتیجه می‌گیریم که بازار به انحصار نزدیک و از رقابت دور می‌باشد. البته ادبیات تجربی نشان داده است که تمرکز یک مقیاس ضعیفی از رقابت است (شافر ۲۰۰۲، ۱۹۹۳، شافرو دیسالو ۱۹۹۴، کلنز و لوین ۲۰۰۴). روش دیگر که به روش پارامتریک موسوم است برای قضاوت راجع به قدرت انحصاری اعمال شده در صنعت یا بازار از مدل‌های اقتصادسنجی به همراه نظریه انحصار چند جانبه استفاده می‌شود. روش غیر پارامتریک خود به دو روش ساختاری و غیر ساختاری قابل تفکیک می‌باشد. در روش ساختاری ارتباطی بین تمرکز و عملکرد برقرار می‌شود. ارزیابی ارتباط بین تمرکز و عملکرد از دو رویکرد S-C-P و روش انحصار چند جانبه ممکن می‌باشد: رویکرد S-C-P که نخستین بار توسط بین (۱۹۵۱) ارائه گردید بر این اساس است که سازمان و ساختار بازار تعیین کننده رفتار بنگاه‌ها در درون صنعت است و منجر به قدرت بازاری و سود فراتر از حد نرمال خواهد شد. روش غیر ساختاری نیز بر مبنای نظری و الگوی انحصار چند جانبه و فرض حداکثر کردن استوار است. به مدل‌های غیر ساختاری مدل‌های "سازمان‌های صنعتی تجربی جدید" گفته می‌شود که در این مدل‌ها به طور صریح از اطلاعات ساختار بازار استفاده نمی‌شود. در این رویکرد از اطلاعات هزینه و تولید و همچنین اطلاعات تقاضای بنگاه‌ها و صنایع از نهاده‌های تولید، بمنظور بررسی درجه تمرکز و رفتار رقابت و انحصاری بنگاه‌ها استفاده می‌شود. این رویکرد ابتدا توسط ایوانا (۱۹۷۴) مطرح گردید و در ادامه توسط لاثو (۱۹۸۲) بسط یافت. از معروفترین شاخص‌های غیر ساختاری می‌توان به شاخص پانزار-راس (۱۹۸۷) و شاخص لرنر (۱۹۳۴) اشاره کرد که از اطلاعات قیمت نهاده‌ها، درآمد و هزینه بنگاه‌ها استفاده می‌شود (پلچیا و کوکریز، ۲۰۱۳).

## ۲-۱- روش پانزار روس

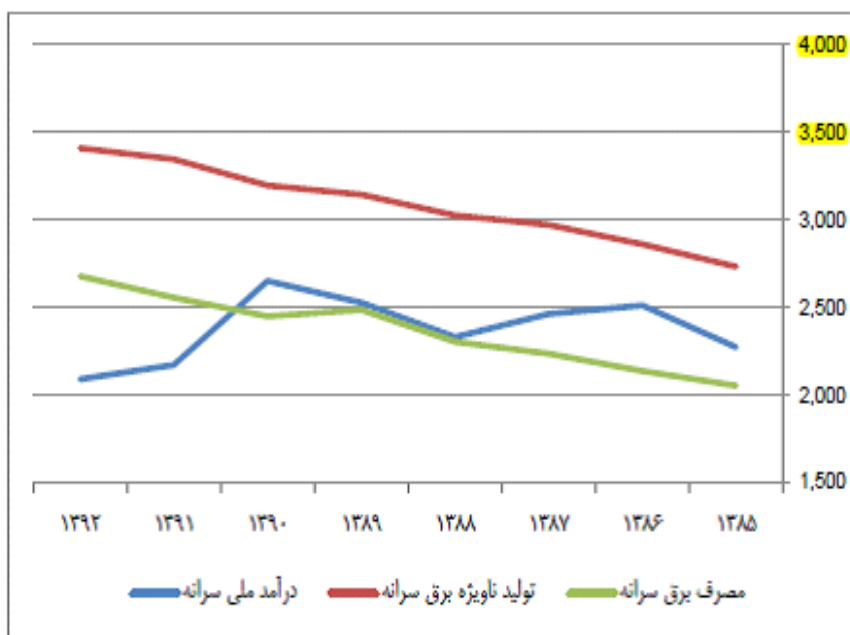
از جمله پرسش‌های اساسی در خصوص بازارها اندازه‌گیری میزان رقابت و قدرت بازاری، عوامل تعیین کننده قدرت انحصاری و آثار اعمال قدرت انحصاری در بازارهاست (پرلاف ۱ و همکاران ۲۰۰۷). از آنجاکه در بازارهای رقابتی سود اقتصادی بنگاه‌ها در تئوری و در عمل صفر است، بنگاه‌ها سعی در ایجاد قدرت انحصاری و تحصیل سود انحصاری دارند. جهت نیل به این هدف بنگاه‌ها درصد از میان برداشتن شرایط رقابتی هستند و در این راستا نیز با یکدیگر به رقابت می‌پردازند. عرضه کالاهای متفاوت و جدید، کاهش هزینه‌های تولید، ایجاد موانع ورود یا ایجاد هر نوع مزیت نسبی، بنگاه را در شرایط انحصاری لاقبل در کوتاه مدت و میان مدت قرار میدهد.

## تولید، مصرف سرانه و شدت انرژی

طی سالیان اخیر تولید برق کشور همپای مصرف برق افزایش یافته است به طوری که تولید ناویژه سرانه از عدد ۲۷۳۱ کیلووات ساعت در سال ۱۳۸۵ به عدد ۳۴۰۸ کیلووات ساعت در سال ۱۳۹۲ افزایش یافته و مصرف سرانه از کیلووات ساعت در سال ۱۳۸۵ به ۲۶۷۷ کیلووات ساعت در سال رسیده است. این در حالی است که در همین مدت درآمد ملی سرانه به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ (از عدد ۲۲۷۰ هزار تومان در سال ۱۳۸۵ به عدد ۲۰۸۸ هزار تومان در

سال 1392 کاهش یافته است. این مهم در کنار کاهش درآمد ملی سرانه نشان از آن است که تولید کمتر با مصرف انرژی برق بیشتری همراه بوده است که به معنای بهره‌وری پایین مصرف انرژی در این سنوات است.

نمودار ۱- شاخص های سرانه صنعت برق (کیلووات ساعت- هزار تومان)



#### بررسی و اندازه گیری درجه رقابت در صنعت برق

در این قسمت مدل پانزرا روس برای اندازه گیری درجه رقابت و مقایسه آن در دهه های اخیر مورد برآورد قرار می گیرد، برای این منظور از مدل ذیل استفاده می گردد که به شرح ذیل می باشد لازم به ذکر است متغیرهای مجازی وارد به منظور امکان محاسبه شاخص درجه رقابت در سال های مختلف وارد مدل شده است:

$$\ln(\text{TR}) = \alpha_0 + \alpha_1 \ln(q) + \alpha_2 \ln(w) + \alpha_3 \ln(r) + \alpha_4 \ln(\text{pe}) + \alpha_5 d1 * \ln(w) + \alpha_6 d1 * \ln(r) + \alpha_7 d1 * \ln(\text{pe}) + \alpha_8 d2 * \ln(w) + \alpha_9 d2 * \ln(r) + \alpha_{10} d2 * \ln(\text{pe}) + \alpha_{11} d3 * \ln(w) + \alpha_{12} d3 * \ln(r) + \alpha_{13} d3 * \ln(\text{pe}) + \varepsilon_{i,t}$$

LnQ: لگاریتم تولید برق

Ln(TR): لگاریتم درآمد کل فروش برق (متوسط قیمت فروش برق ضرب در کل برق مصرفی در هر سال)

Ln(w): لگاریتم دستمزد نیروی کار

$\ln(r)$ : لگاریتم نرخ بهره

$\ln(PE)$ : لگاریتم قیمت انرژی (میانگین وزنی قسمت شوخت مصرفی در سال)

$\alpha_0$ : مقدار ثابت محاسبه شده توسط مدل رگرسیون

$\alpha_1$  تا  $\alpha_{13}$ : ضرایب متغیرها (شیب)

D1: متغیر مجازی سال‌های ۱۳۶۵ الی ۱۳۷۴

D2: متغیر مجازی سال‌های ۱۳۷۵ الی ۱۳۸۴

D3: متغیر مجازی سال‌های ۱۳۸۵ الی ۱۳۹۴

$\varepsilon_{i,t}$ : خطای باقی مانده

حال با توجه به مشاهدات با استفاده از نرم افزار EViews به برآورد اولیه مدل پرداخته می‌شود:

جدول (شماره ۱): برآورد اولیه مدل پانزراروس

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t	احتمال (prob)
LQ*	0.862584	0.120557	7.155002	0.0000
LR*	-0.0815677	0.0310988	-2.622855	0.0127
LW*	1.387011	0.202104	6.862847	0.0000
LPE1*	-0.454184	0.170762	-2.659750	0.0116
*LR\1D*	0.233148	0.080210	2.906699	0.0062
*LW\1D*	-0.797634	0.238948	-3.338111	0.0020
*LPE1\1D*	0.673217	0.272075	2.474383	0.0182
*LR\2D*	0.155657	0.035228	4.418477	0.0001
*LW\2D*	-0.521246	0.121870	-4.277064	0.0001
*LPE1\2D*	0.501633	0.238204	2.105895	0.0423
*LR\3D*	0.1293111	0.040415	3.199556	0.0029
*LW\3D*	-0.505698	0.125872	-4.017564	0.0003
*LPE1\3D*	0.507916	0.180893	2.807828	0.0080
C	-4.843202	0.496369	-9.757255	0.0000
			۹۹%	۲R
			۱,۹۱	دوربین واتسن
			161.01	آماره F
			0.000	احتمال F



همانطور که مشاهده می گردد ضرایب متغیر های نشان دار شده (\*) در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنا دار می باشند چرا که در تمامی آن ها میزان اماره t از میزان بحرانی آن در سطح خطای ۵ در صد بیشتر بوده فلذا فرض صفر مبنی بر صفر بودن ضریب رد می گردد حال قبل از بررسی تفسیر ضرایب می بایست به بررسی فروض اساسی رگرسیون یعنی عدم وجود خود همبستگی و عدم وجود ناهمسانی واریانس پرداخته شود، با توجه به اینکه آماره دوربین واتسن نزدیک به ۲ می باشد بنابراین فرض عدم وجود خود همبستگی تایید می گردد و در مورد عدم وجود نا برابری واریانس به بررسی آزمون های هار وی به شرح جدول ذیل پرداخته شد.

جدول (شماره ۲) نتایج آزمون نابرابری واریانس

آزمون	درجه آزادی	مقدار	احتمال
هاروی	(13,36)	0.5808	0.8530

بر اساس نتایج حاصله از آزمون های جدول فوق فرض صفر همسانی واریانس تایید و فرض مخالف مبنی بر عدم همسانی واریانس رد می گردد.

بنابراین، همان برآورد اولیه برآورد نهایی بوده و می توان به تفسیر ضرایب پرداخت. با یک درصد افزایش در تولید با ثابت بودن سایر شرایط به طور مستقیم و متوسط میزان درآمد کل حاصل از فروش برق ۰,۰۸۶ در صد افزایش می یابد. با یک واحد افزایش در نرخ بهره با ثابت بودن سایر شرایط به طور متوسط میزان درآمد کل حاصل از فروش برق ۰,۸۱ درصد کاهش می یابد. با یک واحد افزایش در قیمت انرژی و سوخت مصرفی با ثابت بودن سایر شرایط به طور متوسط درآمد کل حاصل از فروش برق ۰,۴۵ درصد کاهش می یابد. با یک واحد افزایش در دستمزد با ثابت بودن سایر شرایط به طور متوسط میزان درآمد کل حاصل از فروش برق ۱,۳۸ درصد افزایش می یابد.

نتایج طی سال های ۱۳۶۵ الی ۱۳۷۴

با یک واحد افزایش در نرخ بهره با ثابت بودن سایر شرایط به طور متوسط میزان درآمد کل حاصل از فروش برق ۰,۱۵ درصد افزایش می یابد. با یک واحد افزایش در قیمت انرژی و سوخت مصرفی با ثابت بودن سایر شرایط به طور متوسط درآمد کل حاصل از فروش برق ۰,۲۱ درصد افزایش می یابد. با یک واحد افزایش در دستمزد با ثابت بودن سایر شرایط به طور متوسط میزان درآمد کل حاصل از فروش برق ۰,۵۸ درصد افزایش می یابد.

نتایج طی سال های ۱۳۷۵ الی ۱۳۸۴

با یک واحد افزایش در نرخ بهره با ثابت بودن سایر شرایط به طور متوسط میزان درآمد کل حاصل از فروش برق ۰,۰۷۴ درصد افزایش می یابد. با یک واحد افزایش در قیمت انرژی و سوخت مصرفی با ثابت بودن سایر شرایط

به طور متوسط درآمد کل حاصل از فروش برق ۰,۰۴۷ درصد افزایش می‌یابد. با یک واحد افزایش در دستمزد با ثابت بودن سایر شرایط به طور متوسط میزان درآمد کل حاصل از فروش برق ۰,۸۶ درصد افزایش می‌یابد.

نتایج طی سال‌های ۱۳۸۵ الی ۱۳۹۵

با یک واحد افزایش در نرخ بهره با ثابت بودن سایر شرایط به طور متوسط میزان درآمد کل حاصل از فروش برق ۰,۰۴۷ درصد افزایش می‌یابد. با یک واحد افزایش در قیمت انرژی و سوخت مصرفی با ثابت بودن سایر شرایط به طور متوسط درآمد کل حاصل از فروش برق ۰,۰۵۳ درصد افزایش می‌یابد. با یک واحد افزایش در دستمزد با ثابت بودن سایر شرایط به طور متوسط میزان درآمد کل حاصل از فروش برق ۰,۸۸ درصد افزایش می‌یابد. با توجه به  $R^2$ ، ۹۹ درصد انحرافات از میانگین درآمد کل فروش برق توسط خط رگرسیون توضیح داده می‌شود و از آنجا که مقدار احتمال معنی‌داری  $F$  برابر با ۰/۰۰۰ است. این مقدار کمتر از ۰/۰۰۵ است، بنابراین فرض صفر در سطح اطمینان ۹۵ درصد رد می‌شود، یعنی در سطح اطمینان ۹۵ درصد مدل معنی‌داری وجود دارد.

حال با توجه به روش پانزرا روس میزان درجه رقابت در صنعت برق به شرح جدول ذیل می‌باشد.

جدول (شماره ۳) نتایج شاخص پانزرا روس

دوره آزمون	۱۳۶۴ تا ۱۳۴۶	۱۳۷۴ تا ۱۳۶۵	۱۳۸۴ تا ۱۳۷۵	۱۳۹۵ تا ۱۳۸۵
درجه. ارقابت	0.851259	0.987304	0.982788	0.95999

با توجه به نتایج حاصله میزان درجه رقابت که در بین سال‌های ۱۳۴۶ الی ۱۳۶۴ برابر ۰,۸۵ بوده در طی دهه‌های اخیر بالای ۰,۹۵ و نزدیک به یک افزایش یافته که این امر نشانگر افزایش درجه رقابت و نزدیک شدن به حالت رقابت کامل و فاصله گرفتن از رقابت انحصاری در صنعت برق است.

#### آزمون بررسی رابطه بین هزینه‌های خارجی زیست محیطی و درجه رقابت

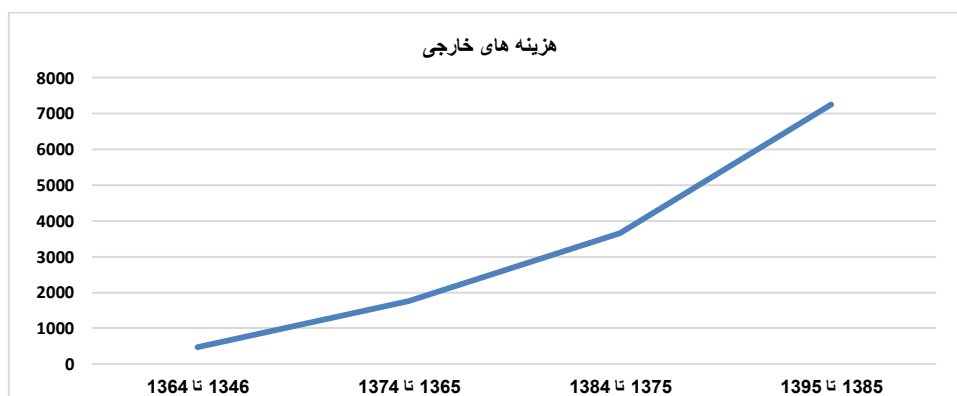
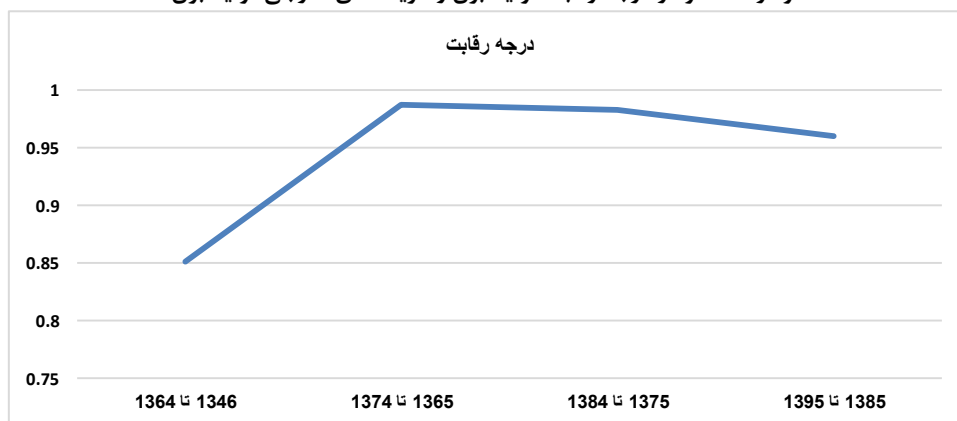
در این قسمت رابطه بین هزینه‌های خارجی زیست محیطی و درجه رقابت مورد بررسی قرار می‌گیرد، برای این منظور ابتدا هزینه خارجی و زیست محیطی تولید برق که عمدتاً ناشی از انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای ( $NO_x, SO_2, CO_2, CH_4, SPM$ ) برای هر سال در طول دوره ۱۳۴۶ الی ۱۳۹۴ از اطلاعات تراز نامه انرژی استخراج و متناظر با بازه‌های زمانی محاسبه شاخص پانزرا روس میانگین گرفته شد که به شرح جدول ذیل می‌باشد.

جدول (شماره ۴) هزینه های خارجی تولید برق (میلیارد ریال)

دوره آزمون	۱۳۶۴ تا ۱۳۴۶	۱۳۷۴ تا ۱۳۶۵	۱۳۸۴ تا ۱۳۷۵	۱۳۹۵ تا ۱۳۸۵
هزینه های خارجی	468.9303	1758.785	3651.377	7263.125

حال اگر به بررسی همبستگی بین هزینه های خارجی زیست محیطی تولید برق و اندازه درجه رقابت پذیری تولید برق پرداخته شود مشاهده می گردد که این دو متغیر هم سو بوده و در طی دوره مورد بررسی افزایش داشته اند که این امر در نمودارهای ذیل مشهود است:

نمودار (۱): نمودار درجه رقابت تولید برق و هزینه های خارجی تولید برق



مشاهده می‌گردد که روند کلی هر دو متغیر صعودی در کل دوره مورد بررسی مثبت می‌باشد. اما از سال ۱۳۶۵ تا کنون رابطه این دو متغیر کاملاً معکوس بوده و دارای کوواریانس و ضریب همبستگی منفی می‌باشند. بنا بر این افزایش رقابت موجب کاهش هزینه‌های خارجی تولید برق می‌گردد.

### خلاصه و نتیجه‌گیری

در تجزیه و تحلیل داده‌ها و آزمون فرضیات پرداخته شد، که در این راستا روشهای آماری انجام شده در دوطیف توصیفی و استنباطی بوده است، از جمله روشهای استنباطی صورت گرفته بخشی مربوط به مفروضات رگرسیون از جمله آزمون‌های پایایی و در ادامه جهت رد یا تایید فرضیات از رگرسیون استفاده گردید، ضمن اینکه در این پژوهش به بررسی و برآورد تابع تولید برق و درجه رقابت پذیری در صنعت برق پرداخته شد و معلوم گردید که در دهه‌های اخیر بطور کلی درجه رقابت پذیری افزایش یافته اما در چند سال اخیر کمی در جه رقابت کاهش داشته است.

در فرآیند هر تحقیق، نتایج تحقیق از اهمیت به‌سزایی برخوردار است چرا که نتیجه‌گیری‌های تحقیق می‌تواند مبنایی برای رفع مشکلات موجود و یا بهبود وضعیت موجود به سمت وضعیت مطلوب باشد و از طرف دیگر استفاده‌کنندگان از یک تحقیق بیش از هر چیز دیگر به نتایج تحقیق توجه دارند. بنابراین، این قسمت ضمن بیان خلاصه‌ای از پژوهش به ارائه نتایج حاصل از بررسی هر یک از فرضیه‌های تحقیق می‌پردازد و در پایان، پیشنهادهای تحقیق ارائه می‌گردد.

در این پژوهش ابتدا با بررسی کلیات بیان شد که در تولید انرژی الکتریکی، با استفاده از فناوری‌های مختلف و با تبدیل یکی از حامل‌های انرژی با بکارگیری نهاده‌های مختلف (سرمایه، نیروی انسانی و سوخت) اقدام به تولید انرژی الکتریکی می‌نماید. البته در کنار این نهاده‌ی مفید، محیط زیست نیز متحمل خسارت و آلودگی می‌شود که به عنوان اثر خارجی تولید برق باید مورد توجه قرار گیرد. درک رابطه‌ی بین نهاده‌های تولید از یک سو و همچنین مشخصات تابع تولید از جمله بازدهی به مقیاس از سوی دیگر، از اهمیت ویژه‌ای نزد سیاستگذاران انرژی الکتریکی برخوردار است.

و از طرف دیگر بازار برق بازاری با ویژه‌گی‌های خاص است این کالا اگرچه مانند کالاهای دیگر مبادله می‌شود ولی باید تدابیری را جهت جلوگیری از انحصار (اعم از خصوصی و دولتی) اندیشید. در ایران نیز از یک دهه پیش با شکل‌گیری بازار برق، شرکت مدیریت شبکه با برگزاری مناقصه ساعت به ساعت، از تولیدکنندگان انرژی الکتریکی به صورت رقابتی برق خریداری می‌کند. بدلیل خصوصی‌سازی بیش از نیمی از ظرفیت‌های برق کشور و یا انگیزه‌ی اقتصادی برخی از نیروگاههای دولتی مانند انرژی اتمی، نیروگاههای صنایع و نیروگاههای برق آبی که مدیریت و مالکیت آنها خارج از کنترل شرکت توانیر است موجب کاهش درجه تمرکز در بازار برق شده است. با این حال تاکنون مطالعه جامعی در مورد تابع تولید برق و سازگاری مشخصات اقتصادی تولید برق با یک محیط رقابتی انجام نشده است. بنا بر این ابتدا این سوال مطرح شد که تغییر روش

عرضه انحصاری تولید برق به روش عرضه رقابتی تولید برق در ایران چه اثراتی دارد؟ و آیا رقابت پذیری افزایش یافته است؟ و این رقابت پذیری چه اثری بر روی هزینه های زیست محیطی تولید برق دارد؟

سپس به بررسی ادبیات موضوع پرداخته شد و ضمن معرفی انواع نیروگاه های تولید برق به بررسی جایگاه صنعت برق در ایران و جهان پرداخته شد و در آخر پیشینه پژوهش بیان شد.

در ادامه به بحث پیرامون ساختار و متدولوژی پژوهش اختصاص داده شد، لذا به معرفی مختصر مراحل اختصاصی پژوهش از جمله، تدوین مدل و متغیرهای مورد مطالعه، تعریف جامعه و نمونه آماری، دوره مطالعه، روش پژوهش، روش گردآوری، و تجزیه و تحلیل داده ها پرداخته شده است. و پژوهش گر با توجه به اینکه داده های پژوهش از ترکیب سری زمانی تشکیل شده اند، روش تحلیل داده ها و برآورد مدل رگرسیون را انتخاب نموده و به تشریح این روش پرداخته و از آنجا که آزمون های همبستگی، خود همبستگی و نابرابری واریانس برای برآورد دقیق تر در ادامه استفاده شده است و به تشریح این آزمون ها پرداخته شده است.

در انتها به بررسی توصیفی داده ها و پایایی داده ها پرداخته شد و پس از آن مدل پژوهش برای تحلیل تابع تولید برق، ارزیابی درجه رقابت پذیری بخش تولید برق برآورد گردید و به تجزیه و تحلیل داده ها و آزمون فرضیات پرداخته شد، که در این راستا روشهای آماری انجام شده در دوطیف توصیفی و استنباطی بوده است و نتایج حاصله از برآورد مدل در قسمت بعد آورده شده است.

برای انجام آزمون فرضیه های پژوهش، از یک مدل رگرسیون خطی چند گانه برای سنجش ارتباط بین متغیرها استفاده شد که نتایج به شرح زیر است که با تحلیل جامع تولید برق در یک محیط رقابتی می توان به دستاوردهای مفیدی دست یافت. داده های مربوط به سالهای ۱۳۴۶ تا ۱۳۹۵ مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به تابع تولید کاپ داگلاس برآورد شده نتایج ذیل حاصل شده است به این ترتیب که با یک درصد افزایش در نیروی کار با ثابت بودن سایر شرایط به طور مستقیم و متوسط میزان تولید برق ۰,۷۲ درصد افزایش می یابد. و با یک واحد افزایش در سرمایه با ثابت بودن سایر شرایط به طور متوسط تولید برق ۰,۳۹ درصد افزایش می یابد. و با یک واحد افزایش در انرژی و سوخت مصرفی با ثابت بودن سایر شرایط به طور متوسط تولید برق ۰,۳۶۵ درصد افزایش می یابد.

بنابراین می توان دریافت که تمامی عوامل تولید در ناحیه اقتصادی عمل می نمایند و با توجه به ضریب بسیار پایین سوخت توصیه می گردد که در تولید برق از تکنولوژی های نوین که از سوخت فسیلی کمتری بهره می برند استفاده گردد. در مورد درجه رقابت پذیری تولید برق در ایران نتیجه بدست آمده حاکی از آن است که این نسبت به دهه های گذشته افزایش یافته است. داده های مربوط به سالهای ۱۳۴۶ تا ۱۳۹۵ مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به روش پانزرا روس میزان درجه رقابت در صنعت برق به شرح جدول ذیل می باشد.

با توجه به نتایج حاصله میزان درجه رقابت که در بین سال های ۱۳۴۶ الی ۱۳۶۴ برابر ۰,۸۵ بوده در طی دهه های اخیر بالای ۰,۹۵ و نزدیک به یک افزایش یافته که این امر نشانگر افزایش درجه رقابت و نزدیک شدن به حالت رقابت کامل و فاصله گرفتن از رقابت انحصاری در صنعت برق است. و این فرضیه تایید گردیده است.

جدول (شماره ۴) نتایج شاخص پانزرا روس

آزمون	۱۳۶۴ تا ۱۳۶۶	۱۳۶۵ تا ۱۳۷۴	۱۳۷۵ تا ۱۳۸۴	۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵
درجه رقابت	0.851259	0.987304	0.982788	0.95999

از سویی افزایش در درجه رقابت پذیری تولید برق در ایران منجر به کاهش هزینه های خارجی محیط زیست می شود.

برای این منظور ابتدا هزینه خارجی و زیست محیطی تولید برق که عمدتاً ناشی انتشار گاز های آلاینده و گلخانه ای (NOx, SO2, CO2, CH4, SPM) برای هر سال در طول دوره ۱۳۴۶ الی ۱۳۹۵ از اطلاعات تراز نامه انرژی استخراج و متناظر با بازه های زمانی محاسبه شاخص پانزرا روس میانگین گرفته شد که به شرح جدول ذیل می باشد.

جدول (شماره ۵) هزینه های خارجی تولید برق (میلیارد ریال)

آزمون	۱۳۶۴ تا ۱۳۶۶	۱۳۶۵ تا ۱۳۷۴	۱۳۷۵ تا ۱۳۸۴	۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵
هزینه های خارجی	468.9303	1758.785	3651.377	7263.125

مشاهده می گردد که روند کلی هر دو متغیر صعودی در کل دوره مورد بررسی مثبت می باشد. اما از سال ۱۳۶۵ تا کنون رابطه این دو متغیر کاملاً معکوس بوده و دارای کوواریانس و ضریب همبستگی منفی می باشند. بنا بر این افزایش رقابت موجب کاهش هزینه های خارجی تولید برق می گردد و این فرضیه تایید می گردد.

### نتیجه گیری کلی پژوهش

بعد از آزمون تک تک فرضیه ها و نتیجه گیری در مورد آن ها نوبت به نتیجه گیری کلی می رسد. با توجه به این که هدف اصلی این پژوهش ارزیابی درجه رقابت پذیری صنعت برق در ایران می باشد، رابطه مورد نظر مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان می دهند درجه رقابت پذیری تولید برق در ایران کاهش یافته است.

### محدودیت ها و موانع پژوهش:

در دسترس نبودن اطلاعات برای سایر سال ها و مقاطع استانی به تفکیک از جمله محدودیت های اجتناب ناپذیر در حاضر بوده است که کنترل آن خارج از دسترس محقق می باشد.

### پیشنهاد های پژوهش

پس از انجام مراحل یک پژوهش علمی، محقق می تواند نظراتی را هم در مورد یافته ها و نتایج پژوهش و هم راهکار ها و پیشنهادهایی را به منظور بهبود و بسط پژوهش های آتی بیان کند. بدین سبب در ادامه، پیشنهادهایی مطابق با نتایج پژوهش و همچنین برای پژوهش های آتی ارائه می شود.

### پیشنهاد هایی مبتنی بر یافته های پژوهش

- (۱) با توجه به ضریب بسیار پایین سوخت در تابع تولید برق توصیه می گردد که در تولید برق از تکنولوژی های نوین که از سوخت فسیلی کمتری بهره می برند و به جای آن از انرژی های تجدید پذیر استفاده می کنند، بکار برده شود.
- (۲) از آنجا که افزایش درجه رقابت پذیری موجب کاهش هزینه های خارجی زیست محیطی می گردد دولت تسهیلات بیشتری در اختیار بخش خصوصی جهت تولید برق قرار داده و نقش خود را در زمینه تولید برق کاهش دهد.
- (۳) جهت استفاده از انرژی های تجدید پذیر در تولید برق امکانات و شرایط تشویقی ویژه ای همانند قیمت خرید تضمینی بالاتر نسبت به برق تولیدی از سوخت های فسیلی توسط دولت اعمال گردد تا هزینه های خارجی زیست محیطی باشدت بیشتری کاهش یابند.

### فهرست منابع

- \* بهکیش، محمد مهدی، "اقتصاد ایران در بستر جهانی"، تهران، نشر نی، ۱۳۸۱، ص ۵۳
- \* پرویزی، آرش؛ فرهاد قلمباز؛ (۱۳۸۹) "برآورد تابع تولید برق در نیروگاه رامین اهواز"، اولین کنفرانس بهینه سازی مصرف انرژی، تهران، ۱۳۸۹
- \* جبار زارع، سعید" بررسی وضعیت صنعت برق و تخمین تابع تولید برق در استان اصفهان"، پایان نامه کارشناسی ارشد، اقتصاد انرژی، دانشکده اقتصاد، تهران ۱۳۸۰
- \* جلالی سیدعبدالمجید، جعفری سعید و انصاری لاری صالح، ۱۳۹۲، "برآورد تابع تقاضای برق خانگی در ایران با استفاده از داده های تابلویی استانی
- \* حسن زاده، فتاح - برهمندپور، همایون، پتانسیل سنجی مسیرهای بالقوه برای انتقال توان با ظرفیت بالا به منظور توسعه صادرات برق ایران.
- \* حیدری، کیومرث، ۱۳۹۵ "اقتصاد برق" - تهران-ایران
- \* ساسانی حسین، ۱۳۹۷ "جایگاه صنعت برق ایران در توسعه پایدار ۰ شمس قارنه ناصر، کیانیان فهیمه، ۱۳۹۲، "تجزیه و تحلیل بازار بورس برق و ارائه راهکارهایی برای توسعه این بازار در ایران" دانشگاه صنعتی امیرکبیر -تهران -ایران
- \* سعیدی محسن، کرباسی عبدالرضا - سهراب تیکا - صمدی رضا 1392، "اثرات زیست محیطی نیروگاه ها"
- \* محسنی، رضا، "تخمین تابع تولید برق در ایران، یک مطالعه هم انباشتگی سیستمی"
- \* یوسفی شقایق، ۱۳۸۶ "انرژی برق و مشترکین" - برق نیرو-بوشهر-ایران
- \* واحد تحلیل و مطالعات بازار، تحلیل صنعت تولید برق، کارگزاری آینده نگر خوارزمی، تیر ۱۳۹۴.
- \* وزارت نیرو، شرکت توانیر، آمار تفصیلی صنعت برق ایران، سالهای متعدد.

- \* Atsushi Iimi ,” Economies of scale in power generation, transmission and distribution: integration or unbundling?” Japan Bank for International Cooperation (JBIC) Institute
- \* *AutoregressivTime series with a unit Root", journal of the american statistical Associator, 74, pp, 427 – 3, 1979*
- \* *Bell Journal of Economic and Managment Sciences, 5(spring), pp. 53 – 74, 1974*
- \* Baumol WJ, Blinder AS (2002) Economics principles and policy (translated version) [M]. Peking University Press, p 151, Beijing, China
- \* Boyes, William, An Empirical Examination of the Averch – Johnson Effect, Economic Inquiry, 1976, 14 (March), pp 25 – 35
- \* *Courville, Leon, Regulation and Efficiency in the Electric Utility industry,*
- \* *Dickey, D. A and W. A. Fuller, "Distribution of the Estimators for Doe Frederick, Asamoah Emmanuel Selase , The Effect of Electric Power Fluctuations on the Profitability and Competitiveness of SMEs: A Study of SMEs within the Accra Business ,District of Ghana*
- \* Komiya, R, Technical Progress and the Production Function in the United States Steam Power Industry, Review of Economics and Statistics, 44, pp 156 – 66, 1962
- \* Nerlove, M, Returns to Scale in electricity supply In Christ, Chapter Measurement in Economics , Stanford University Press (1963) pp. 167 – 198
- \* Rowan Adams and Tooraj Jamasb, 1646, EPRG Working Paper Optimal Power Generation Portfolios with Renewables: An Application to the UK
- \* Stiglitz JE (1996) Economics (translated version) [M]. China Renmin University Press, p 258, Beijing, China
- \* Yining Li, Zheng Zhang (1996) Basic knowledge of Western economics [M]. China Economic Publishing House, p 2, Beijing, China
- \* Yongding Yu etc. (1999) Western economics (Chinese) [M]. Economics Press, p 66, Beijing, China
- \* Mankiw NG (1998) Principles of economics (translated version) [M]. Peking University Press, p 278, Beijing, China
- \* Yazid Dissou,\* Lilia Karnizova † and Qian Sun‡October 2012, Industry-level Econometric Estimates of Energy-capital-labour Substitution with a Nested CES Production Function
- \* Zhongxian Yu (1986) Economic encyclopedia 3-economic theory [M]. Taipei Linking Publishing Company, p 14, Taipei
- \* *Johansen, S. and Juselius, K, Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration with Applications to the Demand for Money, Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 52, pp, 169 – 210, 1990*
- \* Zheng Hu, Zhaoguang Hu (2013) Production function with electricity consumption and its applications [J]. Energy Econ 39:313–321