فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد/ سال سوم/ شماره ۱/ بهار ۱۳۹۵/ صفحات ۵۸-۲۹

# بررسی و محاسبه همسایگی انحصار نیروگاه‌ها و رابطه آن با اعمال قدرت انحصاری در بازار برق ایران

**سیاب ممی پور***
استادیار اقتصاد دانشگاه خوارزمی تهران، *mamipours@gmail.com*
**مرضیه زینالی**
دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه خوارزمی تهران، *zeinali.marziyeh@yahoo.com*
**کیومرث حیدری**
دکتری اقتصاد انرژی، وزارت نیرو، *kioumars.h@gmail.com*

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۲۵

## چکیده

بیش از سه دهه است که از آغاز روندی به نام تجدید ساختار در صنعت برق کشورهای مختلف می‌گذرد. حرکت به سمت قیمت‌های رقابتی به جای نرخ‌های تنظیم شده، این امکان را برای برخی بنگاه‌ها به وجود آورده است تا قیمت‌ها را افزایش داده و قدرت بازار را تجربه نمایند. این موضوع می‌تواند به شکل معنی‌داری منافع ناشی از آزادسازی را برای مصرف‌کنندگان به خطر بیاندازد. تاکنون شاخص‌های مختلفی برای اندازه‌گیری توانایی اعمال قدرت انحصاری در بازار ارائه شده است ولی در هیچ یک از این شاخص‌ها، مسئله متفاوت بودن برق از سایر کالاها به جهت ویژگی‌هایی که دارد، در نظر گرفته نشده است. با توجه به این که در ایران نیز از سال ۱۳۸۲ با تشکیل بازار برق، تغییرات ساختاری مهمی در صنعت برق رخ داده است، در این مطالعه تلاش شده تا با معرفی شاخص جدید همسایگی انحصار در بازار برق، میزان پتانسیل انحصاری در این بازار برای هفده واحد نیروگاهی در سال ۱۳۹۱ با در نظر گرفتن برخی از ویژگی‌های بازار برق مورد ارزیابی قرار گیرد. همچنین، به منظور آزمایش شایستگی این شاخص در مقایسه با سایر شاخص‌هایی که برای اندازه‌گیری پتانسیل قدرت انحصاری وجود دارد، همبستگی نتایج حاصل از هر کدام از شاخص‌ها، با میزان افزایش قیمت بازار نسبت به سطح رقابتی مبنا، مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که شاخص همسایگی انحصار، شایستگی بیشتری نسبت به سایر شاخص‌های ساختاری، در برآورد پتانسیل قدرت انحصاری بازار برق دارد. نیروگاه‌ها

**واژه‌های کلیدی:** قدرت بازاری، شاخص همسایگی انحصار، شاخص لرنر، بازار برق.
**طبقه‌بندی JEL**: L12 ،D47،D42.

---

* نویسنده مسئول مکاتبات

## ۱-مقدمه

بهره‌برداری از صنعت برق مدرن به دلیل دوگانگی بین کسب وکار برق و ساختار فیزیکی آن بسیار مشکل است. بدین صورت که از دیدگاه کسب وکار، برق کالایی قابل مبادله مانند دیگر کالاها مثل نفت، گندم و غیره است که می‌تواند دادوستد شود و بازارهای آتی و خرید و فروش تامین (پوشش دهنده ریسک) برای آن وجود داشته باشد. اما از دیدگاه ساختار فیزیکی، مبادله برق به طور کامل با دادوستد دیگر کالاها متفاوت است. تفاوت اساسی این است که ذخیره‌سازی برق در مقیاس انبوه از نظر اقتصادی توجیه پذیر نیست. این موضوع اثر زیادی بر نحوه مدیریت برق به عنوان یک کالای قابل تجارت داشته و در مقایسه با دیگر کالاها، قیود زیادی بر سر راه قیمت کنونی و آینده آن به وجود می‌آورد. به دلیل غیرقابل ذخیره بودن، برق فقط می‌تواند به صورت لحظه‌ای مبادله شود و بدتر آنکه قیود زیاد ناشی از قوانین فیزیکی شبکه برق، تبادلات آن را پیچیده‌تر می‌کند.

نگرش جدید در سال‌های اخیر، برق را به عنوان کالایی که چون دیگر کالاها مبادله می‌شود در نظر گرفته و در جهت جلوگیری از انحصار (اعم از خصوصی و دولتی) حرکت کرده است. انگیزه‌های اصلی جوامع مختلف در تجدید ساختار صنعت برق، جبران برخی کمبودهای سرمایه‌گذاری توسط بخش دولتی، افزایش بهره‌وری، ایجاد محیط رقابتی و عاری از تبعیض برای عاملان اقتصادی، کاهش تصدی دولتی، تفکیک فعالیت‌های حاکمیتی و جذب مشارکت بخش خصوصی می‌باشند. عوامل عمده موفقیت برنامه‌های حاصل از ایجاد بازار رقابتی اولاً، وجود یک سیستم نظارتی قوی و مطمئن به منظور کسب و ضبط اطلاعات مورد نیاز نهادهای نظارتی صنعت برق و ثانیاً، ارزیابی و تحلیل مداوم زوایای مختلف بازار توسط متخصصان می‌باشد. این ارزیابی به منظور کسب اطلاعات سیستم بازار و یافتن نواقص و رفع آنهاست.

از جمله مهم‌ترین نواقصی که در صنعت برق تجدید ساختار شده کشورهای مختلف بروز یافته، پدیده‌ی قدرت بازار می‌باشد. در راستای کنترل بازار و یافتن درجه رقابتی بودن بازار، مطالعات بسیاری صورت گرفته و از ابزارهای تحلیلی مختلفی استفاده شده است.

برای اندازه‌گیری قدرت بازار شاخص‌های مختلفی وجود دارد که گروهی از این شاخص‌ها، شاخص‌های ساختاری (همانند شاخص‌های هرفیندال-هیرشمن[1] (HHI)، هانا و کای[2]،

[1] Herfindahl-Hirschman Index
[2] Hana-Kay

آنتروپی[۱] و... ) بوده که تنها میزان پتانسیل قدرت بازار را اندازه‌گیری می‌کنند و در واقع از دیدگاه این نوع شاخص‌ها نمی‌توان به وجود قدرت بازاری مطمئن بود. گروهی دیگر از شاخص‌ها به نام شاخص‌های رفتاری (همانند شاخص لرنر[۲]، روچیلد[۳]، نصیب از دست رفته[۴] و.. ) وجود دارند که میزان استفاده از قدرت بازاری در بازار را توسط بنگاه اندازه‌گیری می‌کنند. مطالعه حاضر درصدد است تا برای نخستین بار در ادبیات قدرت بازار، مفهوم شعاع همسایگی انحصار برای نیروگاه‌های برق را تعریف و به اندازه‌گیری آن در برخی نیروگاه‌های برق در ایران (هفده نیروگاه در سال ۱۳۹۱) بپردازد.

سازماندهی مقاله حاضر به این صورت است که پس از ذکر مطالعات انجام شده و مبانی نظری به توضیح عوامل موثر بر شعاع همسایگی انحصار پرداخته می‌شود، سپس اقدام به معرفی مدل ریاضی پیشنهادی برای اندازه‌گیری شعاع همسایگی انحصار نموده و پس از آن داده‌های مورد نیاز برای اجرای مدل را استخراج کرده و شعاع همسایگی انحصار مربوط به هفده واحد نیروگاهی در ایران اندازه‌گیری می‌شود. همچنین در این مطالعه سعی خواهد شد علاوه بر شعاع همسایگی انحصار، شاخص سهم بازار هر کدام از نیروگاه‌های برق نیز بررسی گردد و در گام بعدی، شاخص لرنر که قدرت انحصاری بنگاه را که در محیط واقعی بازار اعمال شده است را محاسبه کرده و در نهایت نتایج هر کدام از دو روش سهم بازار و همسایگی انحصار با میزان شاخص لرنر محاسبه شده، مقایسه و اعتبار سنجی می‌شود.

## ۲- قدرت بازاری در صنعت برق

مطابق نظریه اقتصاد خرد در شرایط رقابت کامل، تخصیص منابع به وسیله سازوکار بازار به صورت بهینه انجام می‌گیرد. زیرا، در شرایط رقابتی اگرچه هر بنگاه تلاش می‌کند تا سود خود را حداکثر کند و هر مصرف‌کننده نیز در صدد حداکثر ساختن مطلوبیت خود است، اما حاصل این تلاش خودخواهانه، حداکثر شدن رفاه اجتماعی است. این سازگاری منافع خصوصی و منفعت اجتماعی به عبارتی وجود دستی نامریی برای تبدیل عملکردهای منفعت‌طلبانه بخش خصوصی به نتایج مطلوب اجتماعی مبنای پذیرش سازوکار «بازار آزاد» برای تخصیص کارایی منابع است. اما در مقابل، شرایط انحصاری و

---

[۱] Entropy

[۲] Lerner Index

[۳] Rothchild Index

[۴] Dead Weight Loss

رفتارهای غیر رقابتی کاهش رفاه جامعه و اخلال در تخصـیص منابع را به دنبال دارد. در بازارهای انحصـاری سـطح تولید کمتر از سـطح تولید رقابتی و قیمت انحصاری بیشتر از قیمت رقابتی است.

قوانین ضد انحصار و تسهیل رقابت و نهادهای تنظیم‌کننده بازارها، درواقع واکنشی به آثار اخلالی انحصار و عدم رضایت اجتماعی از عملکرد بازارهای انحصاری است. در خصوص کارکرد قوانین رقابتی و عملکرد نهادهای تنظیم‌کننده بازارها بین اقتصاددانان اتفاق نظر وجود ندارد. عده‌ای معتقدند که بازارها گرایش به رقابت دارند و هرگونه شرایط انحصاری و غیر رقابتی، در بلندمدت از بین خواهد رفت. به عبارت دیگر انحصار پدیده دیرپایی نیست. اما طرفداران وضع قوانین رقابتی معتقدند، وجود انواع موانع ورود در مقابل تازه واردین، همکاری و ائتلاف بنگاه‌ها، رفتارهای استراتژیک، ادغام‌های عمودی و افقی، قیمت-گذاری تهاجمی و غیره در عمل موجب شکل‌گیری و تداوم انحصار در بازارها خواهند شد، که اینها ناشی از عاملی است که به اصطلاح «قدرت بازار» نامیده می‌شود (ابراهیمی، ۱۳۹۱).

«قدرت بازاری» یا «انحصاری» عبارت از توانایی یک یا گروهی از مشارکت‌کنندگان در بازار در تعیین قیمت، مقدار و ماهیت محصول است. اعمال قدرت بازاری یا انحصاری برای بنگاه انحصاری ثمره شیرینی به صورت سود بالا و بدون خطر و همچنین مزایای اجتماعی و سیاسی وسیعی را به همراه خواهد داشت. قدرت بازاری به شیوه‌های مختلف ظاهر می‌شود و به روش‌های مختلف بدست می‌آید. ولی تنها به اتکای برخورداری از منابع قدرت بازاری در یک بازار، نمی‌توان به وجود قدرت بازاری مطمئن بود. ممکن است در یک بازار تمرکز بالا، تعداد بنگاه‌ها اندک، موانع ورود بالا، صرفه‌های مقیاس بالا و ... باشد، اما به هر دلیل، اثری از قدرت بازاری مشاهده نشود (چرچ و همکاران[۱]، ۲۰۰۰).

اهمیت مفهوم قدرت بازاری در صنعت برق، پس از آغاز یک سیر تحول و تجدید ساختار در این صنعت که از سال ۱۹۸۰ و حتی پیشتر بوده، بدست آمده است. در بازار رقابتی برق، محدودیت‌های فیزیکی و عملیاتی شبکه، تهدید عمده‌ای برای بازار است که این محدودیت‌ها از طریق اعمال قدرت بازاری توسط شرکت‌های تولیدی، ایجاد می‌شود.

یکی از مواردی که در صنعت برق تجدید ساختار شده بسیار حائز اهمیت است، ساختار تجاری این صنعت است. برق به عنوان یک کالای غیر قابل ذخیره‌سازی شناخته می‌شود

---

[۱] Church and et al.

که مصرف و تولید آن به صورت هم زمان رخ می‌دهد و به واسطه تفاوت‌های موجود میان برق به عنوان کالا و دیگر کالاها، ارزیابی رفتار رقابتی در بازار برق با پیچیدگی‌هایی روبه‌رو است. نتیجه حاصل از برآیند این تفاوت‌ها این است که دادوستد برق و سیستم تبادل عمده فروشی آن،کاملاً از تجربیات عملی گذشته در مورد سایر کالاها متفاوت است. به همین دلیل به لحاظ یک سری خصلت‌های تکنیکی شبکه فیزیکی برق ممکن است نتایج حاصل از شاخص‌های تمرکز و از جمله شاخص HHI در بازار برق در ناحیه موجه قرار گرفته و نشاندهنده بازار رقابتی و غیر انحصاری باشد، در حالی که یک یا چند نیروگاه در بازار حضور دارند که برخلاف نتایج حاصل از شاخص HHI دارای ویژگی‌های قدرت انحصاری هستند. از این‌رو، با معرفی شاخص جدیدی به نام شعاع همسایگی انحصار می‌توان پتانسیل قدرت انحصار هر یک از نیروگاه‌ها را در موقعیت جغرافیایی آن‌ها، به طور مستقل بررسی و محاسبه نمود.

## ۳- پیشینه تحقیق

کارولو و همکاران[1] (۱۹۹۷) در مطالعه خود نشان دادند که بازار برق ایالات متحده بازارهایی با درجه تمرکز بالا هستند. محققین با استفاده از داده‌های سال ۱۹۹۴ و یک تعریف محدود از دامنه جغرافیایی بازارهای برق، شاخص HHI را برای ۱۱۲ ناحیه بر اساس مرزهای ایالتی[2] NERC محاسبه کردند. آنها دریافتند که تقریبا ۹۰ درصد از بازارهای آزمون شده، HHI بالاتر از ۲۵۰۰ دارند.

بورنستین و بوشنل[3] (۱۹۹۹) در مقاله‌ای با عنوان تجربه پتانسیل قدرت بازار در صنعت برق کالیفرنیا با استفاده از داده‌های تقاضا و هزینه‌های نیروگاهی به شبیه‌سازی رقابت در بازار برق تجدید ساختار شده کالیفرنیا پرداخته و دریافتند که تحت شرایط موجود بر مالکین تولید، پتانسیل قابل توجهی برای قدرت بازاری در ساعات تقاضای بالا وجود دارد. از نظر آن‌ها میزان تولید برق آبی و کشش تقاضا دو عامل بسیار مهم شدت قدرت بازار هستند.

کان[4] (۱۹۹۸) در مقاله‌ای با عنوان «تکنیک‌های عددی برای تحلیل قدرت بازار در بازار برق» به بررسی قدرت بازاری به روش‌های مختلف پرداخته و محدودیت‌های هر روش را

---

[1] Cardell et al
[2] North American Electricity Reliability Council
[3] Borrnestein and Bushnell
[4] Kahn

بررسی کرده است. این مقاله بیان می‌کند که تکنیک‌های عددی ارزشمندی جهت برآورد قدرت بازار در دسترس است اما به کارگیری این روش‌ها جهت تعیین اندازه بازار برق در مقایسه با تعیین وجود قدرت بازار مناسب‌تر است.

برونستین[۱] و همکاران (۱۹۹۹) در مقاله‌ای با عنوان «قدرت بازار در بازارهای برق: فراتر از شاخص تمرکز» بحث می‌کند که شاخص‌های تمرکز به عنوان شاخص‌های در دسترس برای سنجش قدرت بازار نقطه ضعف‌هایی دارند و یک روش جایگزین مبتنی بر شبیه‌سازی بازار و با استفاده از داده‌های سطح نیروگاهی را به کار می‌گیرد. نتایج بررسی‌ها در دو ناحیه اصلی ایالات متحده نشان داد که در طول ساعات تقاضای بالا و زمانی که عرضه-کنندگان پیرو به محدودیت‌های خود می‌رسند، بازیگران بزرگ در بازار قادر خواهند بود که به صورت راهبردی خطوط انتقال را در اختیار گیرند و قدرت بازاری به صورت قابل توجهی اهمیت پیدا می‌کند. وی در ادامه به بررسی اثر پراکنده‌سازی که در کالیفرنیا در حال اجرا بوده است پرداخته و اثر قابل توجه آن را در کاهش قدرت بازار تأیید می‌نماید.

حیدری (۲۰۰۵) در مقاله‌ای با عنوان «بازار رقابتی در صنعت برق، بر اساس نظریه اقتصاد خرد: مطالعه موردی ایران» شاخصی را تحت عنوان شاخص انحصار منطقه‌ای بر مبنای اختلاف فاصله بین هر نیروگاه با نیروگاه دیگر تعریف نموده است که به ارتباط میان فاصله فیزیکی نیروگاه‌ها و قدرت بازار آنها دلالت دارد. همچنین در این مطالعه به مفهوم جدیدی تحت عنوان همسایگی انحصار نیز اشاره شده است.

مردانی و همکاران (۱۳۸۹) در مقاله‌ای با عنوان «سنجش قدرت بازار در بازار برق ایران» با استفاده از قیمت پیشنهاد شده یک عرضه‌کننده فرضی به بازار برق و کشش قیمتی تقاضای باقیمانده ساعتی، قدرت بازار عرضه‌کننده مذکور را محاسبه کرده‌اند. آنان با محاسبه شاخص لرنر به این نتیجه رسیدند، که رفتار انحصارطلبانه عرضه‌کننده برق مورد نظر به واسطه افزایش شاخص لرنر در روزهای پنجم تا هفتم مرداد ماه سال ۸۷، ملاحظه و تایید می‌شود.

رمضانیان لنگرودی و همکاران (۱۳۸۹) در مقاله‌ای با عنوان «ارائه روشی جهت ارزیابی وضعیت رقابتی بودن بازار بر پایه برآورد بازه تغییرات HHI» به بررسی این شاخص و استخراج مرزهای تمرکز با توجه به اطلاعات تجربی از روند قیمت‌دهی تولیدکنندگان پرداخته‌اند.

---

[۱] Bornestein

ناظمی و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای به برآورد قدرت بازار برق عمده فروشی ایران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بازار برق کشور پتانسیل بالایی در اعمال قدرت بازار دارد و بررسی عملکرد بازار در شش ماهه اول سال ۱۳۸۸ بیانگر انحراف از رفتار رقابتی از سوی بنگاه‌های عرضه‌کننده برق است.

عسگری و منصف (۲۰۱۰)، در مطالعه‌ای با عنوان «بررسی قدرت بازار برای بازار برق ایران» با استفاده از شاخص‌های ساختاری مختلف در بازار برق به بررسی نتایج و آزمون اینکه آیا بازار برق ایران در مسیر و سطح کارای رقابتی عمل می‌کند، پرداخته‌اند آن‌ها در مطالعه خود، بیشتر شاخص‌های ساختاری قدرت بازار (از قبیل نسبت تمرکز ۴ و ۸ بنگاه عمده، HHI، ضریب آنتروپی و شاخص عرضه باقیمانده RSI) را برای دو سناریوی جاری و آتی بازار برق بررسی کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهند که شاخص‌های ساختاری مبتنی بر سهم بازار در بازار برق ایران در طیف قابل قبولی قرار دارند. به عبارت دیگر قدرت بازار خیلی متمرکز نیست و کل ظرفیت نصب شده تقریباً به طور قابل قبولی میان عاملان مختلف تقسیم شده است. از طرف دیگر شاخص عرضه باقیمانده RSI برای بازار برق کشور نشان می‌دهد که اتکای بازار بر تولید تعدادی عرضه‌کننده عمده می‌باشد و همچنین محاسبه این شاخص حاکی از وجود میزان قابل توجهی نسبت تمرکز در طول دوره کمبود عرضه (یعنی در طول دوره‌هایی که تقاضا به کل ظرفیت در دسترس نزدیک است) بوده است؛ یعنی عرضه‌کنندگان حتی با سهم بازاری کم نیز می‌توانند تأثیرگذار باشند و قدرت بازار را تجربه کنند. نتایج RSI برای هر دو سناریوی جاری و آتی از استاندارد معمول بسیار متفاوت هستند. این نتایج کمبود تولید (پتانسیل بالای تجربه قدرت بازار) را در بازار برق ایران نشان می‌دهد و این علامت هشدار دهنده در خصوص رقابت‌پذیری بازار است. نتایج تجزیه و تحلیل بازار برق ایران کمبود رقابت در بسیاری از ساعات را تایید می‌کند و دلالت بر وجود کنترل بازار خصوصی در ساعات اوج را دارند.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود عمدتاً در پژوهش‌های صورت گرفته، تمرکز بر روی ارزیابی قدرت انحصاری در بازار و مجزا از نوع کالا بوده است، هر چند در برخی از مطالعات نیز قدرت بازار را در شبکه انتقال، با توجه به محدودیت‌های انتقال بررسی می‌کند ولی در هیچ یک از مطالعات صورت گرفته به موضوع موقعیت جغرافیایی نیروگاه‌ها و همچنین ویژگی‌های خاص برق و تأثیر آنها بر اعمال قدرت انحصاری در بازار برق پرداخته نشده

است. لذا بررسی همسایگی انحصار نیروگاه‌ها برای نخستین بار در این مطالعه حائز اهمیت خواهد بود.

## ۴- روش‌شناسی تحقیق

در این تحقیق جهت آزمون اینکه آیا نیروگاه‌های دارای بالاترین همسایگی انحصار، از قدرت انحصاری به نحو موثری استفاده کرده‌اند یا نه، سعی شده است نتایج مربوط به شاخص همسایگی انحصار با شاخص‌های متعارف سنجش قدرت بازار مورد ارزیابی و مقایسه قرار گیرد. برای این منظور قدرت انحصاری نیروگاه‌های منتخب، با استفاده از سه روش ارزیابی می‌شود.

شاخص لرنر (شاخص رفتاری): ابتدا قدرت انحصاری این نیروگاه‌ها که در محیط واقعی بازار اعمال شده است با استفاده از شاخص لرنر به عنوان یکی از شاخص‌های رفتاری مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

شاخص سهم بازار (شاخص ساختاری): در گام بعدی میزان پتانسیل قدرت بازاری نیروگاه-ها با استفاده از شاخص تمرکز (سهم بازار تولیدکنندگان) در بازار برق کشور، محاسبه می‌شود.

شاخص همسایگی انحصار (شاخص ساختاری): در مرحله بعدی با بررسی و محاسبه همسایگی انحصار این نیروگاه‌ها، بار دیگر پتانسیل بروز رفتار غیررقابتی این نیروگاه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

شاخص سهم بازار و همسایگی انحصار، از جمله شاخص‌های ساختاری می‌باشند که این شاخص‌ها تنها میزان پتانسیل قدرت بازار را اندازه‌گیری می‌کنند و در واقع از دیدگاه این نوع شاخص‌ها نمی‌توان به وجود قدرت بازاری در واقعیت نیز مطمئن بود. لذا مسئله‌ای که حائز اهمیّت می‌باشد، اندازه‌گیری هرچه دقیق‌تر این شاخص‌ها از میزان پتانسیل قدرت انحصاری در بازار است. به طوری‌که هرچه نتایج برآورد شده توسط این شاخص‌ها به شاخص‌های رفتاری نزدیکتر باشد، می‌تواند دلیلی بر صحّت و دقّت بیشتر آن باشد. بنابراین در نهایت میزان صحّت و دقّت شعاع همسایگی انحصار در مقایسه با شاخص سهم بازار، با استفاده از شاخص لرنر مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت. الگوی ارائه شده در این تحقیق، بر اساس یک مطالعه موردی واقعی می‌باشد که بدین منظور، تعداد هفده نیروگاه برق از میان نیروگاه‌های برق کشور بررسی و انتخاب شده است.

در این بخش، جهت رعایت اختصار به نحوه اندازه‌گیری شاخص همسایگی انحصار و معرفی متغیرهای مورد نیاز پرداخته می‌شود و معادلات مربوط به شاخص‌های لرنر وسهم بازار در قسمت نتایج تحقیق به اختصار آورده شده است.

**۴-۱- اندازه‌گیری شعاع همسایگی انحصار**

با توجه به مبانی نظری و تجربی در خصوص برآورد قدرت بازار برق می‌توان استدلال کرد که شاخص سهم بازار به عنوان شاخص پتانسیل قدرت بازار و اختلاف قیمت و هزینه‌نهایی به عنوان شاخص رفتاری از جمله روش‌های متعارف در برآورد قدرت بازار است در حالی که فواصل فیزیکی نیروگاه‌ها و هزینه انتقال می‌تواند در اعمال قدرت بازار تاثیرگذار باشد. با توجه به اینکه مطالعات بسیار محدودی در زمینه تحقیق صورت گرفته است لذا برای طراحی شاخص شعاع همسایگی انحصار از نظر خبرگان و کارشناسان دانشگاهی و وزارت نیرو استفاده شده است. براساس نظر کارشناسی، تولید برق برای هر نیروگاه در یک فاصله معین از آن به عواملی همچون «فواصل فیزیکی نیروگاه از سایر نیروگاه‌های همجوار»، «هزینه نهایی تولید»، «هزینه استفاده از خدمات انتقال» و «میزان بار مصرفی در هر منطقه» بستگی دارد.

به طور کلی اگر از عوامل فنی از جمله عامل پایداری شبکه و ... صرف نظر شود، هزینه تولید در هر کدام از نیروگاه‌های همجوار به نقطه مورد نظر و فاصله الکتریکی محل تولید برق با محل مصرف آن، معیارهای درجه اول (و نه معیارهای فنی) هستند که در گام اول، با استفاده از آنها می‌توان تعریف نسبتاً خوب و مؤثری از شعاع همسایگی انحصار هر نیروگاه داشت و همچنین با استفاده از آن می‌توان نیروگاه‌های با قدرت انحصاری بالاتر را شناسایی کرد.

**۴-۱-۱- مدل ریاضی پیشنهادی**

مدل شعاع همسایگی انحصار بر مبنای مطالعه موردی نیروگاه‌های برق به صورت زیر نمایش داده شده است:

فرض کنید دو نیروگاه به فاصله الکتریکی L از یکدیگر در دو نقطه A و B واقع شده‌اند (شکل ۱). در قدم اول فرض کنید، در تمامی نقاط این منطقه به یک میزان بار نیاز داریم، یعنی تمامی نقاط دارای چگالی بار مصرفی یکسان می‌باشند. حال می‌خواهیم فاصله‌ای از نقطه A را بیابیم که در این فاصله تمام بار مورد نیاز از نیروگاه A تأمین می‌شود. یعنی تأمین بار در این نقاط، از نیروگاه A، به جهت اقتصادی و هزینه‌ای نسبت به تأمین آن به وسیله نیروگاه B

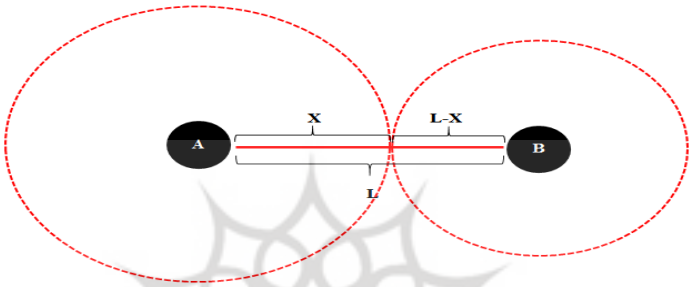
مقرون به صرفه‌تر است. نقطه‌ای که هزینه تامین برق از دو نیروگاه در آن برابر است را از رابطه زیر می‌توان بدست آورد:

$$C_{AG} + C_{Tr.k}X = C_{BG} + C_{Tr.k}(L - X) \quad (۱)$$

$C_{AG}$ و $C_{BG}$: هزینه نهایی تولید به ترتیب در دو نیروگاه A و B می‌باشد.

$C_{Tr.k}$: هزینه استفاده از خدمات انتقال به ازای هر کیلومتر فاصله الکتریکی می‌باشد.

X: فاصله نقطه مورد نظر تا نیروگاه A است که در این فاصله، تأمین برق از نیروگاه A به جهت اقتصادی مقرون به صرفه‌تر است.




**شکل (۱): فاصله الکتریکی دو نیروگاه فرضی**

بر اساس رابطه هزینه تولید نیروگاه‌های A و B نسبت به یکدیگر و همچنین نسبت به هزینه انتقال بار دو حالت زیر وجود خواهد داشت.

حالت ۱: هزینه تولید در دو نیروگاه A و B یکسان باشد. در این صورت خواهیم داشت:

$$C_{AG} + C_{Tr.k}X = C_{BG} + C_{Tr.k}(L - X) \Rightarrow C_{Tr.k}X = C_{Tr.k}(L - X) \Rightarrow X = \frac{L}{2} \quad (۲)$$

یعنی در این حالت هر کدام از دو نیروگاه تنها بر اساس هزینه تولید و هزینه انتقال تا نیمی از فاصله الکتریکی موجود، تأمین بار خواهند کرد.

حالت ۲: هزینه نهایی تولید در نیروگاه A، $\alpha$ برابر هزینه نهایی تولید در نیروگاه B باشد. در این صورت:

$$C_{AG} + C_{Tr.k}X = C_{BG} + C_{Tr.k}(L - X)$$
$$\Rightarrow \alpha C_{BG} + C_{Tr.k}X = C_{BG} + C_{Tr.k}(L - X) \quad (۳)$$

و از رابطه ۳ خواهیم داشت:

$$X = \frac{L\,C_{Tr.k} - (\alpha - 1)C_{BG}}{2\,C_{Tr.k}} \quad (۴)$$

حال فرض کنید هزینه نهایی تولید در نیروگاه B نیز، $\beta$ برابر هزینه خدمات انتقال باشد. لذا خواهیم داشت:

$$X = \frac{L-\beta(\alpha-1)}{2} \quad (۵)$$

حال اگر:

$L = \beta(\alpha - 1)$: در این شرایط هزینه تولید در نقطه A با مجموع هزینه تولید در نقطه B و هزینه انتقال از B به A، برابر خواهد بود. لذا در این صورت شعاع همسایگی یکی از آنها برابر صفر و دیگری L خواهد بود.

$L > \beta(\alpha - 1)$: در این صورت هزینه تولید در نقطه A کوچکتر از مجموع هزینه تولید در نقطه B و هزینه انتقال از نقطه B به A خواهد بود.

$L < \beta(\alpha - 1)$: در این صورت هزینه تولید در نقطه A به تنهایی بزرگتر از مجموع هزینه تولید در نقطه B و هزینه انتقال از نقطه B به A خواهد بود. لذا در این شرایط با صرفه‌تر است که نیاز بار الکتریکی نقطه A نیز از طریق نیروگاه واقع در نقطه B تأمین شده و به نقطه A منتقل شود. پس در این شرایط شعاع همسایگی انحصار نیروگاه B، شعاعی بزرگتر از L و همسایگی انحصار نیروگاه A نیز صفر خواهد بود که بیانگر این مهم می‌باشد که از لحاظ اقتصادی تولید نیروگاه A، حتی در نقطه احداث خود نیز، مقرون به صرفه نمی‌باشد. همان‌گونه که ملاحظه شد، مدل همسایگی انحصار نیروگاه‌ها ابتدا در شرایطی که بار مصرفی تمام مناطق یکسان فرض شود، تنها بر اساس فاصله الکتریکی نیروگاه‌ها از یکدیگر و همچنین هزینه‌های تولید و انتقال ارائه می‌گردد. حال پس از انجام این محاسبات می‌توان با ضرب کردن چگالی بار هر منطقه در مقدار همسایگی انحصار محاسبه شده تا این مرحله، عامل چگالی بار مصرفی هر منطقه را نیز در این تعریف دخیل نمود.

(۶)

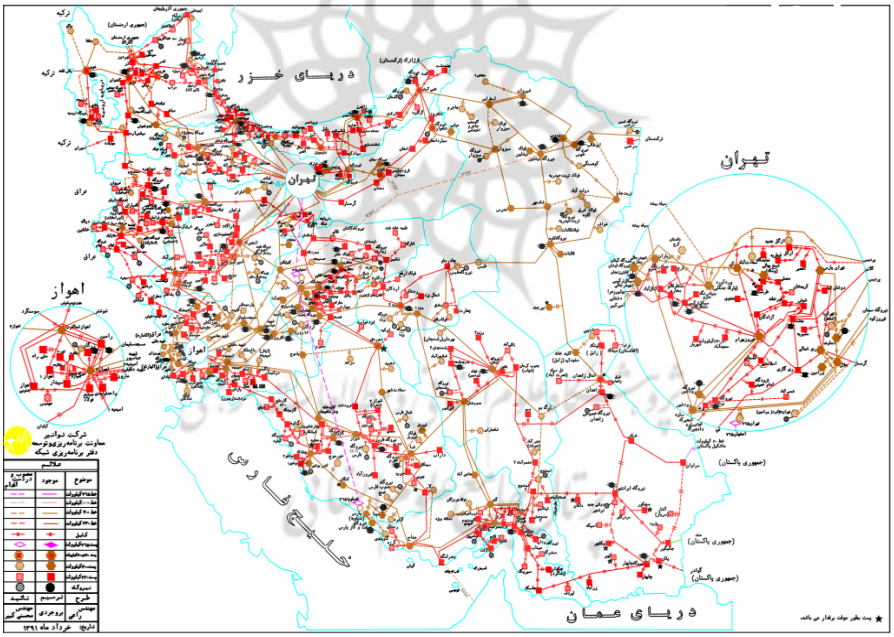
**شعاع همسایگی انحصار بهبود یافته= شعاع همسایگی بر مبنای هزینه × چگالی بار نرمالیزه شده**

### ۴-۱-۲- تعریف عملیاتی متغیرهای مورد استفاده در محاسبه شعاع همسایگی

همانطور که در معادلات آمده است برای محاسبه شعاع همسایگی انحصار لازم است متغیرهای «فاصله الکتریکی نیروگاه‌ها (X)»، «هزینه نهایی تولید ($C_{AG}$ و $C_{BG}$)»، «هزینه خدمات انتقال ($C_{Tr.k}$)» و «چگالی بار مصرفی» تعریف شود که در ذیل به اختصار بدان‌ها پرداخته می‌شود.

**فاصله الکتریکی نیروگاه‌ها**[1]: به طور کلی شعاع همسایگی انحصار یک نیروگاه براساس حداقل شعاع قابل پوشش توسط آن نیروگاه به نحوی که در رقابت بازار به عنوان برنده شناخته می‌شود، سنجیده می‌گردد، فرض اولیه انحصار یک نیروگاه می‌تواند بر اساس محاسبه فاصله جغرافیایی واحدهای نیروگاهی از یکدیگر استوار باشد. امّا همانطور که می‌دانیم، تامین بار مورد نیاز شبکه بر پایه انتقال توان تولیدی توسط نیروگاه‌ها و انتقال آن توسط شبکه انتقال برق استوار است. لذا مفهوم فاصله الکتریکی نیروگاه‌ها از اهمیّت بسزایی برخوردار خواهد بود. به عنوان مثال، ممکن است دو واحد نیروگاهی از لحاظ جغرافیایی در مجاورت یکدیگر قرار گرفته باشند، در حالیکه فاصله الکتریکی آنها از یکدیگر قابل توجه باشد.

در این تحقیق، جهت افزایش دقّت تحقیق فاصله الکتریکی واحدهای نیروگاهی مبنای کار قرار گرفته است. در این راستا با استفاده از نقشه دیاگرام تک‌خطّی شبکه انتقال ۴۰۰ و ۲۳۰ کیلوولت ایران (شکل ۲)، فواصل واحدهای نیروگاهی محاسبه شده است.




**شکل (۲): نقشه دیاگرام تک خطّی شبکه انتقال ۴۰۰ و ۲۳۰ کیلوولت ایران**

منبع: شرکت مدیریت شبکه برق ایران

[1] Electrical Distance of Power Plants

**هزینه نهایی تولید:** هزینه‌های نهایی کوتاه‌مدت در بازار برق، عامل اصلی تعیین‌کننده قیمت و انتخاب یک نیروگاه برای ورود به مدار محسوب می‌شود. همان‌طور که می‌دانیم در بازار رقابتی، هر نیروگاه قیمت خود را با توجه به میزان هزینه نهایی تولید آن پیشنهاد می‌دهد. به عبارت دیگر تعیین معیار رقابت براساس تعیین هزینه نهایی تولیدکنندگان است. لذا هزینه نهایی تولید یکی از عوامل تعیین‌کننده در تعیین قدرت بازاری می‌باشد. در این بخش به روش برآورد تابع هزینه نیروگاه‌ها در این مطالعه خواهیم پرداخت.

مطالعات بسیاری در خصوص محاسبه هزینه نهایی نیروگاه‌ها صورت گرفته است که در آن‌ها از دو مدل تصریح غیرخطی و خطی تابع هزینه کوتاه مدت استفاده می‌شود. اما در این مطالعات به طور معمول برای محاسبه و تخمین هزینه نهایی نیروگاه‌ها از روش تصریح خطّی استفاده شده است (همانند مطالعات برونستین و همکاران، ۲۰۰۰؛ منصور[۱]، ۲۰۰۸؛ آژانس بین‌المللی انرژی[۲] و آژانس انرژی هسته‌ای[۳]، ۲۰۰۵) . مهمترین مشکلی که در خصوص برآورد تابع غیرخطی وجود دارد نیاز به طیف وسیعی از آمار و اطّلاعات است که دسترسی به آنها عملیاتی به نظر نمی‌رسد.

در این میان، برآورد منصور حاکی از اختلاف اندک در محاسبه خطّی و غیرخطّی است (منصور، ۲۰۰۸). همچنین بورنستن معتقد است که وارد کردن محدودیت‌های فنّی تولید که باعث غیرخطّی شدن منحنی هزینه می‌شود، تحدّب تابع هزینه را نیز از بین می‌برد و بر این اساس استفاده از مدل خطّی اولویت دارد (برونستین و همکاران، ۱۹۹۹).

با توجّه به موارد فوق و همچنین محدودیت‌های مدل غیرخطّی، در این مطالعه، از مدل خطّی و نرخ حرارتی[۴] برای برآورد تابع هزینه نیروگاه‌ها استفاده شده است. در تصریح خطّی، تابع هزینه به صورت زیر برآورد می‌شود:

$$C_{it} = (VOM_{it} + HR_{it} \times W_{it})Q_{it} \qquad (۷)$$

به طوری که $C_{it}$ هزینه متغیّر کوتاه مدّت، $VOM_{it}$ هزینه‌های تعمیر و نگهداری متغیّر، $HR_{it}$ بازده حرارتی (نسبت انرژی حرارتی مصرفی نیروگاه در طول یک سال به میزان تولید ناویژه آن)، $W_{it}$ هزینه سوخت و $Q_{it}$ میزان تولید برق را در نیروگاه i، در زمان t نشان می‌دهند. همچنین، با توجّه به ویژگی‌های بازار برق که تولیدکنندگان در بیان

---

[۱] Mansur

[1] International Energy Agency (IEA)

[2] Nuclear Energy Agency

[۴] Heat Rate

پیشنهاد قیمتی خود به بازار، به هزینه‌های اجتماعی توجّه نمی‌کنند، این هزینه‌ها در محاسبات وارد نشده است[۱] . علیرغم اینکه استفاده از نرخ حرارتی متداول‌ترین روش در برآورد هزینه نهایی سوخت است؛ اما محدودیت‌هایی نیز به مدل افزوده می‌شود (برونستین و همکارن، ۱۹۰۰؛ منصور، ۲۰۰۸؛ ولفرم[۲]، ۲۰۰۰؛ پولر[۳]، ۲۰۰۷).

یکی از مهمترین محدودیت‌هایی که استفاده از این روش در محاسبه هزینه نهایی به همراه دارد، درباره عدم لحاظ محدودیت‌های فنی تولید است. به عبارت دیگر، وجود محدودیت‌های بین زمانی تولید در نیروگاه‌ها باعث می‌شود که استفاده از نرخ حرارتی با خطای برآورد پایین روبه‌رو باشد (هاروی و همکاران[۴]، ۲۰۰۱؛ جاسکو و همکارن[۵]، ۲۰۰۲). این نکته نیز اهمیت دارد که در بازار برق ایران راهبرد ورود و خروج تولیدکننده از مدار، در مجموعه گزینه‌های پیش‌روی تولیدکننده قرار ندارد. زیرا تولیدکنندگان زیرنظر مدیریت سیستم فعالیت داشته و تصمیم‌گیری درباره خروج از مدار بر عهده مدیر شبکه است. این محدودیت مهمترین مانعی است که استفاده از نرخ حرارتی با آن روبه‌روست. حال آنکه در بازار برق ایران این محدودیت وجود ندارد و استفاده از نرخ حرارتی در برآورد هزینه نهایی مشکل قابل توجهی را به همراه نخواهد داشت (ناظمی و همکاران، ۱۳۹۰).

**هزینه خدمات انتقال:** هزینه خدمات انتقال، یکی از عوامل تأثیرگذار بر شعاع همسایگی انحصار هر نیروگاه می‌باشد که تاکنون راه‌های گوناگونی برای تخصیص این هزینه‌ها پیشنهاد شده است، لذا با توجه به دستورالعمل اجرائی بازار برق برای شرکت مدیریت شبکه برق ایران، نرخ متوسط استفاده از تأسیسات شبکه انتقال در ایران مطابق رابطه زیر محاسبه می‌شود[۶]. لازم به ذکر است که در این مطالعه نیز از این رابطه برای محاسبه هزینه خدمات انتقال استفاده می‌شود.

---

[۱] در این تحقیق بازار برق ایران شبیه سازی و نتایج بر اساس فرایند اجرای بازار استخراج شده است بدیهی است در شبیه‌سازی اجرای بازار تنها وضعیت واقعی اجرای بازار مدّ نظر قرار گیرد بر این اساس، هزینه‌های آلودگی و .. مطابق با وضعیت اجرایی در پیشنهاد دهی بازار برق کشور مورد توجّه نیست.

[۲] Wolfram

[۳] Puller

[۴] Harvey etal

[۵] Joskow etal

[۶] این رابطه با استفاده از «دستورالعمل اجرائی بازار روز فروش در نقطه مرجع شبکه» که دبیرخانه هیأت تنظیم بازار برق ایران برای مالکان نیروگاه‌های دولتی، مالکان نیروگاه‌های خصوصی و شرکت مدیریت شبکه برق ایران در سال ۱۳۹۱ ابلاغ نموده است، استخراج گردیده است.

$$C_{Tr} = \frac{Cost_TC_{Total} - \sum_{pp=1}^{Npp} Cost_TC_{pp}}{\sum_{b=1}^{Nb} E_TG_b} \quad (۸)$$

$C_{Tr}$: نرخ متوسط استفاده از تأسیسات شبکه انتقال [Rial/Kwh]

$Cost_TC_{Total}$: کل هزینه استفاده از تأسیسات شبکه انتقال در سال [Rial]

$Cost_TC_{pp}$: هزینه استفاده از تأسیسات شبکه انتقال نیروگاه ppام در سال [Rial]

$E_TG_b$: کل انرژی تحویل شده به خریدار bام [Kwh]

$N_{pp}$: تعداد نیروگاه‌ها

$N_b$: تعداد خریدارها

با توجه به این امر که در این تحقیق نیاز به محاسبه هزینه انتقال به ازای هر کیلومتر فاصله الکتریکی است، لذا هزینه متوسط استفاده از تاسیسات شبکه انتقال را تقسیم بر مجموع طول خطوط انتقال و خطوط فوق توزیع موجود در شبکه برق ایران در سال ۱۳۹۱ می‌کنیم.

$$C_{Tr.k} = \frac{C_{Tr}}{L_{T.D}} \quad (۹)$$

$C_{Tr.k}$: نرخ متوسط استفاده از تاسیسات شبکه انتقال به ازای هر کیلومتر فاصله الکتریکی [Rial/Kwh.km]

$C_{Tr}$: نرخ متوسط استفاده از تاسیسات شبکه انتقال [Rial/Kwh]

$L_{T.D}$: مجموع طول خطوط انتقال و فوق توزیع [km]

**چگالی بار مصرفی:** عامل مهم دیگری که در شعاع همسایگی یک نیروگاه تأثیرگذار است، بحث چگالی بار شبکه است. به نحوی که در تمامی مطالعات برنامه‌ریزی تولید شبکه موضوع چگالی بار به عنوان فاکتور مهم برنامه‌ریزی مطرح است. چراکه تمامی طرح‌های توسعه براساس میزان تراکم بار در یک منطقه استوار است. به عنوان مثال، منطقه‌ای با تراکم بار بالا در مساحت کم (چگالی بالاتر) نیازمند تولید و توسعه بیشتر شبکه نسبت به منطقه با چگالی بار کمتر خواهد بود، این موضوع در بحث شعاع همسایگی نیروگاه‌ها نیز مطرح است. چراکه یک نیروگاه در یک منطقه با چگالی بالاتر بار، به طور ذاتی دارای انحصار بالاتری است، هرچند از لحاظ اقتصادی دارای همسایگی انحصار کمتری باشد. از این‌رو، به منظور بهبود شاخص جدید معرفی شده، بحث چگالی بار شبکه به عنوان فاکتور فنی تأثیرگذار لحاظ شده است.

لذا نسبتی را به عنوان چگالی بار مصرفی هر منطقه، بدین صورت تعریف می‌کنیم:

$$\gamma_i = \frac{Max\ Power\ Consumption_i}{S_i} \quad (۱۰)$$

Max Power Consumption: حداکثر نیاز مصرف همزمان منطقه iام [Mwh]

$S_i$: مساحت منطقه iام [$km^2$]

$$\rho_i = \frac{\gamma_i}{Max\,\gamma} \qquad (۱۱)$$

و در این رابطه نیز چگالی بار مصرفی هر منطقه، نسبت به بزرگترین چگالی بار مصرفی، نرمالایز می‌شود.

### ۴-۱-۳- فروض اساسی مدل

مطالعه انجام شده در این تحقیق بر پایه مفروضات زیر بنا نهاده شده است:

۱. در این مطالعه فرض شده است که شرکت‌های برق منطقه‌ای[۱] (REC) و شرکت‌های آب منطقه‌ای[۲] (RWC) به شرکت‌های تولیدی کوچک‌تر تفکیک شده‌اند. به عبارت دیگر، هر واحد نیروگاهی به عنوان یک شرکت تولیدی مستقل در نظر گرفته می‌شود که به طور انفرادی در بازار سهم گرفته و با سایر واحدهای نیروگاهی رقابت می‌کند.

۲. تولید تمامی نیروگاه‌های مطالعه شده بر اساس فرض حداقل هزینه تولید آنها بوده است. و آنچه که تفاوت هزینه نهایی تولید نیروگاه‌ها را باعث شده است، اختلاف شرایط جغرافیایی و نوع تکنولوژی نیروگاه بوده است. به عنوان مثال چنانچه نیروگاهی در شرایط آب و هوایی گرم و ارتفاع بالاتری از سطح دریا احداث شده است، راندمان آن نیروگاه در مقایسه با نیروگاه‌های با تکنولوژی مشابه پایین خواهد بود و این موجب افزایش هزینه تولید انرژی آن نیروگاه خواهد شد.

۳. همچنین فرض شده است که احداث کلیه نیروگاه‌ها صرفاً بر اساس نیاز فنی شبکه انجام شده است و سایر عوامل اجتماعی و سیاسی در آن دخیل نبوده است.

۴. در این مطالعات چگالی بار منطقه در محاسبه شاخص همسایگی انحصار لحاظ شده است. لذا به منظور ساده‌سازی، چگالی بار در هر برق منطقه‌ای یکسان فرض شده است.

۵. در شرایط کنونی بازار برق، جهت ترانزیت توان، در محاسبه تعرفه آن تأثیرگذار است، به طوری‌که اگر توان انتقالی در خلاف جهت مرکز ثقل بار باشد، هزینه انتقال توان بیش از شرایط عکس آن خواهد بود. به واسطه هزینه بسیار کم انتقال در برابر هزینه تولید واحدهای نیروگاهی، می‌توان از اختلاف جزئی جهت ترانزیت صرف‌نظر نمود. لذا در این تحقیق هزینه ترانزیت در تمام جهت‌ها یکسان فرض شده است.

---

[۱] Regional Electric Company

[۲] Regional Water Company

### ۴-۲- توصیف داده‌ها

اطلاعات استفاده شده در این مطالعه بر اساس اطلاعات منتشر شده از سوی شرکت مدیریت شبکه برق ایران و معانت راهبردی شبکه برق کشور است. داده‌هایی که برای این مطالعه استفاده شده است، داده‌های مربوط به سال ۱۳۹۱ می‌باشد. اصلی‌ترین متغیرهای این مطالعه فاصله الکتریکی نیروگاه‌ها از یکدیگر، سهم تولید نیروگاه‌ها در بازار برق کشور و هزینه نهایی تولید هر نیروگاه می‌باشد.

فاصله الکتریکی نیروگاه‌ها از یکدیگر با استفاده از مشخصات خطوط و پست‌های انتقال و فوق توزیع، منتشر شده از سوی شرکت توانیر محاسبه شده است و منبع استفاده شده در این تحقیق، آمار تفضیلی صنعت برق ایران، انتقال نیروی برق در سال ۱۳۹۱ است. اطلاعات مربوط به سهم تولید نیرگاه‌ها و همچنین متوسط مصرف بار الکتریکی به تفکیک برق منطقه‌ای از طریق آمار تفضیلی صنعت برق ایران و تولید نیروی برق در سال ۱۳۹۱ استخراج شده است. اطلاعات مربوط به پیشنهاد قیمت تولیدکنندگان در بازار برق کشور، به دلیل محرمانه بودن و در دسترس نبودن آنها، با پیگیری مربوطه از طریق شرکت مدیریت شبکه برق ایران، کسب و در محاسبات اعمال شده است. در برآورد تابع هزینه نهایی تولید برق واحدهای نیروگاهی، از اطلاعات بخش تولید شرکت توانیر و دفتر برنامه‌ریزی تولید وزارت نیرو استفاده شده است. همان طور که در بخش قبل نیز ذکر شد، در این مطالعه از مدل خطّی برای برآورد تابع هزینه واحدهای نیروگاهی استفاده شده است. برای نیروگاه‌های حرارتی سوخت مازوت، گازوئیل و گاز طبیعی با توجه به عملکرد واحد در سال ۱۳۹۱ وارد محاسبات می‌شود. قیمت سوخت مصرفی نیروگاه‌های کشور بر اساس هزینه‌های سوخت در سال ۱۳۹۱ وارد مدل می‌شود. که تمامی این اطلاعات، از سوی شرکت توانیر منتشر و منبع استفاده شده در این تحقیق آمار تفضیلی صنعت برق ایران، تولید نیروی برق در سال ۱۳۹۱ است. افزون بر این برای انجام محاسبات در تعیین هزینه انرژی ورودی از ارزش حرارتی استفاده می‌شود (جدول ۱).

**جدول (۱): اطلاعات مربوط به ارزش حرارتی و قیمت سوخت**

| نوع سوخت | ارزش حرارتی | قیمت سوخت |
|---|---|---|
| گاز طبیعی | Kcal/$m^3$ ۸۷۶۳ | Rial/$m^3$ ۷۰۰ |
| نفت کوره (مازوت) | Kcal/lit ۹۲۰۰ | Rial/lit ۲۵۰۰ |
| گازوئیل | Kcal/lit ۸۶۰۰ | Rial/lit ۳۵۰۰ |

منبع: ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۱

## ۵- نتایج تجربی تحقیق

در بخش حاضر ابتدا به اندازه‌گیری میزان قدرت انحصاری نیروگاه‌های منتخب به سه روش شاخص لرنر، شاخص‌های تمرکز و همسایگی انحصار خواهیم پرداخت و در ادامه نتایج حاصل از این بررسی‌ها را مورد بحث و بررسی قرار می‌دهیم.

### ۵-۱- برآورد شاخص لرنر

شاخص لرنر قدرت انحصاری بنگاه را که در محیط واقعی بازار اعمال شده است را با استفاده از شکاف نسبی بین قیمت برق بنگاه و هزینه نهایی آن محاسبه می‌کند.

$$L = \frac{P_i - MC_i}{MC_i} \quad (۱۲)$$

$P_i$: قیمت برق خریداری شده از بنگاه i و $MC_i$: هزینه نهایی تولید بنگاه i است که در آن از رابطه (۱) برای برآورد هزینه نهایی تولید بنگاه استفاده شده است. میزان شاخص لرنر برای واحدهای نیروگاهی مورد بررسی در جدول (۲) محاسبه شده است.

**جدول(۲): شاخص لرنر نیروگاه‌ها در صنعت برق، سال ۱۳۹۱**

| ردیف | نام نیروگاه | شاخص لرنر |
|---|---|---|
| ۱ | نیروگاه قدس(سمنان) | ۳۴/۸۰۵۶ |
| ۲ | نیروگاه یزد | ۶/۲۷۳۲ |
| ۳ | نیروگاه شریعتی | ۰/۹۳۱۰ |
| ۴ | نیروگاه مشهد | ۰/۹۰۹۸ |
| ۵ | نیروگاه گیلان | ۰/۷۰۶۶ |
| ۶ | نیروگاه جهرم | ۰/۶۴۷۸ |
| ۷ | نیروگاه دماوند(شهدای پاکدشت) | ۰/۵۴۵۷ |
| ۸ | نیروگاه ارومیه | ۰/۵۰۷۹ |
| ۹ | نیروگاه قم | ۰/۴۸۶۳ |
| ۱۰ | نیروگاه پرند | ۰/۴۴۶۳ |
| ۱۱ | نیروگاه خوی | ۰/۲۳۴۹ |
| ۱۲ | نیروگاه زاگرس | ۰/۰۹۹۷ |
| ۱۳ | نیروگاه سنندج | ۰/۰۸۹۰ |
| ۱۴ | نیروگاه منتظر قائم | ۰/۰۵۸۵ |
| ۱۵ | نیروگاه شهید محمد منتظری | -۰/۱۷۶۲ |
| ۱۶ | نیروگاه تبریز | -۰/۳۳۴۹ |
| ۱۷ | نیروگاه چابهار | -۰/۶۲۲۱ |

منبع: محاسبات تحقیق

### ۵-۲- برآورد شاخص تمرکز و سهم بازار

در مطالعه حاضر ابتدا میزان قدرت بازاری با استفاده از شاخص هرفیندال-هیرشمن به برای کلیه نیروگاه‌های متصل به شبکه اصلی با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$HHI = \sum_{i=1}^{N} S_i^2 \qquad (۱۳)$$

$S_i^2$: مربع سهم بازار بنگاه i ام؛ N: تعداد بنگاه‌های موجود در صنعت برق.

مقدار محاسبه شده برای شاخص HHI برای بازار برق ایران برابر ۹۹۴/۴۹ می‌باشد. کمیسیون فدرال تجارت آمریکا (TFC)[1] مقدار استاندارد برای HHI را کمتر از ۱۰۰۰ بیان کرده و این بازارها را غیرمتمرکز نامیده است. بنابراین بر اساس این شاخص، عدم وجود پتانسیل بروز قدرت بازار در کل صنعت برق کشور، نتیجه‌گیری می‌شود. ولی با توجّه به این که این شاخص میزان قدرت بازار را برای کل بازار و نه برای هر واحد نیروگاهی به صورت مجزا، محاسبه می‌نماید، لذا با توجّه به هدف تحقیق حاضر که شناسایی میزان انحصار نیروگاه‌ها به طور جداگانه می‌باشد، بار دیگر میزان قدرت انحصاری هر واحد نیروگاهی در بازار برق ایران با استفاده از روش سهم بازار تولیدکنندگان در بازار برق کشور محاسبه می‌شود. جدول شماره (۳) سهم تولیدکنندگان در بازار برق کشور در سال ۱۳۹۱ را نشان می‌دهد.

**جدول (۳): سهم تولید نیروگاه از کل**

| ردیف | نام نیروگاه | سهم تولید نیروگاه از کل (درصد) |
|---|---|---|
| ۱ | چرخه ترکیبی دماوند | ۴/۸ |
| ۲ | شهید محمد منتظری | ۴/۶ |
| ۳ | منتظر قائم | ۳/۷ |
| ۴ | چرخه ترکیبی گیلان | ۲/۹ |
| ۵ | یزد | ۲ |
| ۶ | چرخه ترکیبی سنندج | ۱/۸ |
| ۷ | چرخه ترکیبی قم | ۱/۷ |
| ۸ | تبریز | ۱/۵ |
| ۹ | چرخه ترکیبی جهرم | ۱/۳ |
| ۱۰ | پرند | ۱/۱ |
| ۱۱ | زاگرس | ۱/۱ |
| ۱۲ | شریعتی | ۰/۹ |
| ۱۳ | ارومیه | ۰/۹ |
| ۱۴ | چرخه ترکیبی خوی | ۰/۹ |
| ۱۵ | چابهار | ۰/۷ |
| ۱۶ | مشهد | ۰/۵ |
| ۱۷ | چرخه ترکیبی قدس(سمنان) | ۰/۱ |

منبع: آمار تفضیلی صنعت برق، ویژه تولید سال ۱۳۹۱

[1] Trade Federal Commission

همان طور که مشخص است، بیشترین پتانسیل اعمال قدرت انحصاری با استفاده از این شاخص، در میان این ۱۷ واحد نیروگاهی، متعلق به نیروگاه دماوند و کمترین آن مربوط به نیروگاه قدس (سمنان) می‌باشد. این در حالی است که بر مبنای شاخص لرنر (که میزان قدرت انحصاری اعمال شده در بازار را اندازه‌گیری می‌کند)، نیروگاه قدس (سمنان) دارای بیشترین قدرت انحصاری در میان این ۱۷ واحد نیروگاهی است.

### ۵-۳- شعاع همسایگی انحصار

### ۵-۳-۱- فاصله الکتریکی نیروگاه‌ها

همان‌گونه که بیان شد، فرض اول انحصار یک نیروگاه بر مبنای تعریف شعاع همسایگی انحصار، براساس فاصله الکتریکی نیروگاه‌ها از یکدیگر می‌باشد. لذا برای محاسبه همسایگی انحصار نیروگاه‌ها در این مطالعه ابتدا به اندازه‌گیری فواصل واحدهای نیروگاهی از یکدیگر می‌پردازیم. در این راستا با استفاده از نقشه دیاگرام تک‌خطی شبکه انتقال ۴۰۰ و ۲۳۰ کیلو ولت ایران، فواصل الکتریکی هر کدام از این هفده نیروگاه منتخب را از نیروگاه‌های همسایه آن محاسبه می‌نمائیم. نتایج اندازه‌گیری‌های انجام شده در جدول (۴) نمایش داده شده است.

**جدول (۴): فاصله الکتریکی نیروگاه‌ها از نیروگاه‌های همسایه موجود در شبکه**

| نام نیروگاه مبدأ | نام نیروگاه مقصد | فاصله الکتریکی (Km) |
|---|---|---|
| نیروگاه ارومیه | نیروگاه خوی | ۱۵۴ |
| نیروگاه ارومیه | نیروگاه سهند | ۱۶۶/۲ |
| نیروگاه خوی | نیروگاه ارومیه | ۱۵۴ |
| نیروگاه خوی | نیروگاه تبریز | ۱۱۷/۳ |
| نیروگاه تبریز | نیروگاه خوی | ۱۱۷/۳ |
| نیروگاه تبریز | نیروگاه سهند | ۷۳/۹ |
| نیروگاه تبریز | نیروگاه صوفیان | ۳۰ |
| نیروگاه تبریز | نیروگاه اردبیل | ۲۵۷ |
| نیروگاه سنندج | نیروگاه زاگرس | ۱۵۵ |
| نیروگاه سنندج | نیروگاه مفتح همدان | ۲۰۳ |
| نیروگاه سنندج | نیروگاه بیستون | ۲۷۰ |
| نیروگاه زاگرس | نیروگاه بیستون | ۹ |
| نیروگاه زاگرس | نیروگاه سنندج | ۲۷۹ |
| نیروگاه زاگرس | نیروگاه مفتح همدان | ۱۷۰ |
| نیروگاه جهرم | نیروگاه فارس | ۲۸۴/۶ |
| نیروگاه جهرم | نیروگاه عسلویه | ۳۱۹ |
| نیروگاه جهرم | نیروگاه کرمان | ۴۴۶ |
| نیروگاه جهرم | نیروگاه هرمزگان | ۶۴۶ |
| نیروگاه چابهار | نیروگاه ایرانشهر | ۳۲۲/۳ |

| نام نیروگاه مبدأ | نام نیروگاه مقصد | فاصله الکتریکی (Km) |
|---|---|---|
| نیروگاه چابهار | نیروگاه هرمزگان | ۶۶۰ |
| نیروگاه منتظری | نیروگاه زواره | ۱۴۶/۸ |
| نیروگاه منتظری | نیروگاه ذوب آهن | ۶۹ |
| نیروگاه منتظری | نیروگاه اصفهان | ۶۴ |
| نیروگاه قم | نیروگاه پرند | ۱۶۲ |
| نیروگاه قم | نیروگاه کاشان | ۲۵۱ |
| نیروگاه یزد | نیروگاه زواره | ۳۲۰ |
| نیروگاه یزد | نیروگاه چهلستون | ۲۷۲ |
| نیروگاه یزد | نیروگاه کرمان | ۴۲۴ |
| نیروگاه پرند | نیروگاه منتظر قائم | ۱۱۸ |
| نیروگاه پرند | نیروگاه قم | ۱۶۲ |
| نیروگاه پرند | نیروگاه رودشور | ۱۳۶ |
| نیروگاه پرند | نیروگاه ری گازی | ۵۱/۵ |
| نیروگاه منتظر قائم | نیروگاه رجائی | ۹۰ |
| نیروگاه منتظر قائم | نیروگاه رودشور | ۷۴ |
| نیروگاه منتظر قائم | نیروگاه پرند | ۱۱۸ |
| نیروگاه دماوند | نیروگاه ری گازی | ۶۶ |
| نیروگاه دماوند | نیروگاه بعثت | ۷۵ |
| نیروگاه دماوند | نیروگاه کلان | ۹۵/۴ |
| نیروگاه دماوند | نیروگاه سمنان | ۷۵/۴ |
| نیروگاه سمنان | نیروگاه دماوند | ۷۵/۴ |
| نیروگاه سمنان | نیروگاه شاهرود | ۱۵۷ |
| نیروگاه سمنان | نیروگاه شهید سلیمی | ۱۵۰ |
| نیروگاه گیلان | نیروگاه پره سر | ۱۲۷ |
| نیروگاه گیلان | نیروگاه لوشان | ۷۵ |
| نیروگاه گیلان | نیروگاه شهید رجائی | ۱۲۰ |
| نیروگاه گیلان | نیروگاه سلطانیه | ۱۶۳ |
| نیروگاه گیلان | نیروگاه شهید سلیمی | ۴۱۷ |
| نیروگاه شریعتی | نیروگاه فردوس | ۴۴/۲ |
| نیروگاه شریعتی | نیروگاه طوس | ۴۲/۷ |
| نیروگاه شریعتی | نیروگاه مشهد | ۲۲/۴ |
| نیروگاه شریعتی | نیروگاه نیشابور | ۱۴۰ |
| نیروگاه شریعتی | نیروگاه کاوه | ۳۸۳ |
| نیروگاه مشهد | نیروگاه فردوس | ۳۴ |
| نیروگاه مشهد | نیروگاه طوس | ۳۲ |
| نیروگاه مشهد | نیروگاه شریعتی | ۲۲/۴ |
| نیروگاه مشهد | نیروگاه نیشابور | ۱۳۰ |

منبع: محاسبات تحقیق

### ۵-۳-۲- هزینه کل انرژی تحویلی به مصرف کننده

هزینه کل انرژی تحویلی به یک مصرف‌کننده برابر با هزینه تولید نیروگاه‌های تامین‌کننده توان، هزینه تلفات انتقال توان تولیدشده و هزینه ترانزیت توان از نقطه تولید تا نقطه مصرف محاسبه می‌شود.

$$\text{هزینه تحویلی به مصرف کننده} = Cost_{Gen} + Cost_{Transit} + Cost_{Loss} \quad (۱۴)$$

$Cost_{Gen}$: هزینه تولید [Rial/Kwh]

$Cost_{Transmit}$: هزینه انتقال توان [Rial/Kwh]

$Cost_{Loss}$: هزینه تلفات انتقال توان [Rial/Kwh]

لازم به ذکر است که در این تحقیق به منظور محاسبه هزینه انتقال از رابطه (۸) استفاده شده است. با توجّه به اینکه در این رابطه از مقدار کل انرژی تحویل داده شده به خریدار، استفاده شده است پس مقدار تلفات انتقال توان در آن لحاظ شده، لذا نیازی به محاسبه هزینه تلفات انتقال توان به طور مجزا نیست.

**هزینه انتقال توان تولیدی:** با توجه به دستورالعمل اجرائی بازار برق برای شرکت مدیریت شبکه برق ایران و آنچه که در بخش‌های پیش توضیح داده شد، نرخ متوسط استفاده از تاسیسات شبکه انتقال به ازای هر کیلومتر در ایران را با استفاده از رابطه‌های (۷) و (۸) محاسبه می‌شود. پس از انجام محاسبات لازم در این راستا، نرخ متوسط استفاده از تاسیسات شبکه انتقال در ایران در سال ۱۳۹۱، برابر با۹۰/۴۵۴۵۱ ریال بر کیلووات ساعت محاسبه شده است. با توجه به مجموع طول خطوط انتقال و فوق توزیع در کشور، که برابر ۱۱۷۸۲۴ کیلومتر می‌باشد، نرخ متوسط استفاده از تاسیسات شبکه انتقال به ازای هر کیلومتر فاصله الکتریکی ۰/۰۰۰۷ ریال بر کیلوات ساعت بر کیلومتر بدست می‌آید.

**هزینه نهایی تولید هر واحد نیروگاهی:** همانطور که در بخش قبل نیز بیان شد در مطالعات بسیاری که در خصوص محاسبه هزینه نهایی نیروگاه‌ها صورت گرفته است، به طور معمول برای محاسبه و تخمین هزینه نهایی نیروگاه‌ها از روش تصریح خطّی استفاده شده است، لذا در این مطالعه هزینه نهایی تولید تمامی نیروگاه‌ها را بر اساس رابطه (۷) محاسبه شده است.

### ۵-۳-۳- شعاع همسایگی انحصار بر اساس هزینه‌های اقتصادی

شعاع همسایگی یک نیروگاه از لحاظ اقتصادی بر پایه برابری هزینه تمام‌شده دو نیروگاه مجاور در یک نقطه مشترک محاسبه می‌شود که در بخش پیشین به تفصیل در این

خصوص توضیحات لازم ارائه شد. در این بخش از مطالعات، شعاع همسایگی (با توجّه به عوامل اقتصادی) کلیه نیروگاه‌های جدول (۴) با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

**۵-۳-۴- چگالی بار منطقه**

همان‌طور که در بخش‌های قبل نیز ارائه شد نسبت چگالی بار مصرفی هر منطقه، با استفاده از رابطه‌های (۱۰) و (۱۱) محاسبه می‌شود. در این مطالعه چگالی بار مناطق بر اساس شبکه‌های برق منطقه‌ای ۱۶ گانه کشور تقسیم‌بندی شده و در جدول ۵ ارائه گردیده است. همچنین جهت بهبود تعریف شعاع همسایگی انحصار، مفهوم چگالی بار به صورت رابطه (۶) لحاظ می‌گردد:

شعاع همسایگی انحصار بهبود یافته= شعاع همسایگی بر مبنای هزینه × چگالی بار نرمالیزه شده

بنابراین بار دیگر شعاع همسایگی نیروگاه‌ها بر اساس رابطه فوق محاسبه می‌شود و پس از محاسبات صورت گرفته برای هر کدام از ۱۷ نیروگاه منتخب نسبت به نیروگاه‌های همجوار آن، نهایتاً از بین اعداد محاسبه شده برای هر نیروگاه، کوچکترین آن اعداد به عنوان شعاع همسایگی انحصار مربوطه انتخاب می‌شود. جدول (۶) نتایج محاسبات انجام شده را نمایش می‌دهد.

**جدول (۵): چگالی بار بر سطح و ضریب چگالی شبکه‌های برق منطقه‌ای ۱۶ گانه**

| ردیف | منطقه | چگالی بار بر سطح ($MWh/Km^2$) | ضریب چگالی |
|---|---|---|---|
| ۱ | اصفهان | ۰/۰۲۳۰۰ | ۰/۰۹۲۵۱ |
| ۲ | آذربایجان | ۰/۰۰۱۵۲ | ۰/۰۰۶۱۲ |
| ۳ | باختر | ۰/۰۲۶۳۱ | ۰/۱۰۵۸۴ |
| ۴ | تهران | ۰/۲۴۸۵۹ | ۱ |
| ۵ | خراسان | ۰/۰۰۸۹۵ | ۰/۰۳۵۹۸ |
| ۶ | خوزستان | ۰/۰۰۸۱۲ | ۰/۰۳۲۶۷ |
| ۷ | زنجان | ۰/۰۲۸۷۸ | ۰/۱۱۵۷۶ |
| ۸ | سمنان | ۰/۰۰۴۰۹ | ۰/۰۱۶۴۶ |
| ۹ | سیستان و بلوچستان | ۰/۰۰۵۳۸ | ۰/۰۲۱۶۴ |
| ۱۰ | غرب | ۰/۰۱۷۸۲ | ۰/۰۷۱۷۰ |
| ۱۱ | فارس | ۰/۰۲۵۴۶ | ۰/۱۰۲۴۰ |
| ۱۲ | کرمان | ۰/۰۰۸۱۱ | ۰/۰۳۲۶۲ |
| ۱۳ | گیلان | ۰/۰۸۶۹۴ | ۰/۳۴۹۷۴ |
| ۱۴ | مازندران | ۰/۰۶۷۳۳ | ۰/۲۷۰۸۷ |
| ۱۵ | هرمزگان | ۰/۰۲۷۴۶ | ۰/۱۱۰۴۵ |
| ۱۶ | یزد | ۰/۰۰۹۱۳ | ۰/۰۳۶۷۲ |

منبع: محاسبات تحقیق

**جدول (۶): شعاع همسایگی انحصار نیروگاه‌ها**

| ردیف | نام نیروگاه | شعاع همسایگی انحصار (Km) |
|---|---|---|
| ۱ | نیروگاه یزد | ۳۹۳۷۴/۱۱۵۵ |
| ۲ | نیروگاه دماوند | ۸۵۲۶/۵۲۶۱ |
| ۳ | نیروگاه گیلان | ۸۲۳۵/۴۷۳۳ |
| ۴ | نیروگاه قم | ۷۷۱۳/۵۲۰۷ |
| ۵ | نیروگاه خوی | ۶۹۱۳/۷۱۷۸ |
| ۶ | نیروگاه سمنان | ۶۲۸۵/۷۰۳۷ |
| ۷ | نیروگاه شریعتی | ۵۸۴۵/۸۶۸۰ |
| ۸ | نیروگاه سنندج | ۵۶۰۴/۷۰۲۶ |
| ۹ | نیروگاه منتظر قائم | ۳۹۳۸/۰۶۱۳ |
| ۱۰ | نیروگاه مشهد | ۳۸۰۹/۲۹۸۶ |
| ۱۱ | نیروگاه ارومیه | ۲۸۹۰/۹۴۸۶ |
| ۱۲ | نیروگاه پرند | -۴۰۲۹/۵۰۱۶ |
| ۱۳ | نیروگاه زاگرس | -۵۴۳۳/۹۸۳۶ |
| ۱۴ | نیروگاه جهرم | -۶۰۶۱/۵۱۳۴ |
| ۱۵ | نیروگاه تبریز | -۱۳۸۰۹/۴۱۷۸ |
| ۱۶ | نیروگاه منتظری | -۲۰۸۶۶/۰۷۴۳ |
| ۱۷ | نیروگاه چابهار | -۵۶۱۳۵/۶۷۳۷ |

منبع: محاسبات تحقیق

همان طور که در جدول (۶) مشاهده می‌شود، شعاع همسایگی در برخی از نیروگاه‌ها به حدّی بالا است که به عنوان مثال با لحاظ تنها چند واحد نیروگاهی که در اولویت بالای جدول (۶) قرار دارند، کلیه مساحت شبکه، تحت پوشش قرار خواهند گرفت. به عنوان مثال، نیروگاه یزد دارای شعاع همسایگی انحصار بسیار بزرگی است، به طوری‌که بخش وسیعی از شبکه را تحت پوشش قرار می‌دهد امّا آن‌چه بدیهی است و در طول این تحقیق تأکید شده است، محاسبه شعاع همسایگی در این مطالعه عمدتاً بر اساس فاکتورهای اقتصادی است. در حالی‌که عوامل فنّی توسعه تولید شبکه نیز از اهمیّت بسزایی برخوردار است، به نحوی که ممکن است نیروگاهی هرچند با توجیه اقتصادی پایین‌تر در منطقه‌ای خاص از شبکه احداث گردد. به عنوان مثال نیروگاه چابهار از لحاظ اولویت‌بندی شعاع انحصار دارای هیچ توجیه اقتصادی نیست، ولی از آن‌جایی که این نیروگاه در منطقه سیستان و بلوچستان با توزیع بار گسترده و فاصله نسبتاً زیاد از مرکز ثقل شبکه واقع شده است، وجود این نیروگاه در این منطقه برای حفظ پایداری شبکه ضروری است. لذا

مفهوم پایداری شبکه و تأثیر نیروگاه‌ها در آن همواره به عنوان فاکتور مهم و مکمل شاخص شعاع همسایگی نیروگاه‌ها مطرح است. به هر ترتیب در این تحقیق به نحوه محاسبه تأثیر نیروگاه‌ها در پایداری شبکه پرداخته نشده است و این موضوع می‌تواند در تحقیقات آتی مورد توجّه قرار گیرد. همچنین لازم به ذکر است، نتایج عددی بدست آمده در این شاخص از اهمیّت بالایی برخوردار نیست. آن‌چه که اهمیّت این شاخص را نشان می‌دهد، اولویت-بندی واحدها نسبت به یکدیگر از لحاظ بررسی پتانسیل بروز رفتار غیر رقابتی در بازار است.

### ۵-۴- مقایسه عملکرد دو شاخص همسایگی انحصار و سهم بازار

همان گونه که پیش از این نیز ذکر شد، شاخص سهم بازار و همچنین شاخص معرفی شده در این مطالعه، از جمله شاخص‌های ساختاری می‌باشند که تنها میزان پتانسیل قدرت بازار را اندازه‌گیری می‌کنند. در واقع وجود قدرت بازار از دیدگاه این نوع شاخص‌ها نمی‌توان به وجود قدرت بازاری در واقعیت نیز مطمئن بود. لذا مسئله‌ای که حائز اهمیّت می‌باشد، اندازه‌گیری هرچه دقیق‌تر این شاخص‌ها از میزان پتانسیل قدرت انحصاری در بازار است. به طوری‌که هرچه نتایج برآورد شده توسط این شاخص‌ها به شاخص‌های رفتاری (شاخص‌هایی که میزان قدرت انحصاری اعمال شده در بازار را اندازه‌گیری می‌کنند) نزدیکتر باشد، می‌تواند دلیلی بر صحّت و دقّت بیشتر آن باشد.

لذا در این بخش، به مقایسه میزان صحّت و دقّت شاخص همسایگی انحصار در مقایسه با شاخص سهم بازار، با استفاده از شاخص لرنر می‌پردازیم. بدین منظور از ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپرمن[1] استفاده شده است. نتایج محاسبات انجام شده، حاکی از وجود ضریب همبستگی به اندازه ۰/۲۰۳- بین دو شاخص سهم بازار و شاخص لرنر بوده و همچنین ضریب همبستگی محاسبه شده میان دو شاخص همسایگی انحصار و شاخص لرنر برابر با ۰/۶۳۵ می‌باشد. همانطور که ملاحظه می‌شود ضریب همبستگی میان دو شاخص همسایگی انحصار و لرنر نسبت به ضریب همبستگی شاخص‌های سهم بازار و لرنر بیشتر است که این خود نشان‌دهنده شایستگی بیشتر شاخص همسایگی انحصار در مقایسه با شاخص سهم بازار برای سنجش پتانسیل قدرت بازاری هر یک از واحدهای تولیدی در بازار برق است.

---

[1] Spearman's Rank Correlation

## ۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مطالعه سعی شد مفهوم قدرت بازار که از مفاهیم بسیار پرکاربرد در حوزه اقتصاد صنعتی، مدیریت صنعتی و اقتصاد خرد است، به صورت دقیق و موشکافانه بررسی شود. محاسبه ضریب همبستگی شاخص لرنر و شاخص‌های تمرکز از طرفی و از سوی دیگر ضریب همبستگی شاخص ارائه شده در این تحقیق با شاخص لرنر حاکی از آن است که نتایج شاخص همسایگی انحصار هم‌خوانی بیشتری با شاخص لرنر دارد و این به عنوان مزیت این شاخص نسبت به شاخص سهم بازار و شاخص‌های دیگر در این حوزه محسوب می‌گردد. برای مقایسه بهتر نتایج هر کدام از شاخص‌های سنجش پتانسیل قدرت بازار با نتایج شاخص لرنر، نتایج حاصل از روش‌های مورد بررسی به ترتیب رتبه در جدول (۷) آورده شده است.

**جدول (۷): مقایسه نتایج رتبه‌ای نیروگاه‌ها با توجه به سه شاخص سهم بازار، لرنر و شعاع همسایگی انحصار** (بر اساس اولویت قدرت انحصاری محاسبه شده توسط هر شاخص)

| ردیف | شاخص لرنر (شاخص رفتاری) | شاخص سهم بازار (شاخص ساختاری) | شاخص همسایگی انحصار (شاخص ساختاری) |
|---|---|---|---|
| ۱ | نیروگاه سمنان | نیروگاه دماوند | نیروگاه یزد |
| ۲ | نیروگاه یزد | نیروگاه منتظری | نیروگاه دماوند |
| ۳ | نیروگاه شریعتی | نیروگاه منتظر قائم | نیروگاه گیلان |
| ۴ | نیروگاه مشهد | نیروگاه گیلان | نیروگاه قم |
| ۵ | نیروگاه گیلان | نیروگاه یزد | نیروگاه خوی |
| ۶ | نیروگاه جهرم | نیروگاه سنندج | نیروگاه سمنان |
| ۷ | نیروگاه دماوند | نیروگاه قم | نیروگاه شریعتی |
| ۸ | نیروگاه ارومیه | نیروگاه تبریز | نیروگاه سنندج |
| ۹ | نیروگاه قم | نیروگاه جهرم | نیروگاه منتظر قائم |
| ۱۰ | نیروگاه پرند | نیروگاه پرند | نیروگاه مشهد |
| ۱۱ | نیروگاه خوی | نیروگاه زاگرس | نیروگاه ارومیه |
| ۱۲ | نیروگاه زاگرس | نیروگاه شریعتی | نیروگاه پرند |
| ۱۳ | نیروگاه سنندج | نیروگاه ارومیه | نیروگاه زاگرس |
| ۱۴ | نیروگاه منتظر قائم | نیروگاه خوی | نیروگاه جهرم |
| ۱۵ | نیروگاه منتظری | نیروگاه چابهار | نیروگاه تبریز |
| ۱۶ | نیروگاه تبریز | نیروگاه مشهد | نیروگاه منتظری |
| ۱۷ | نیروگاه چابهار | نیروگاه سمنان | نیروگاه چابهار |

منبع: محاسبات تحقیق

همان‌گونه که در این جدول نیز مشاهده می‌شود عملکرد شاخص همسایگی انحصار در سنجش پتانسیل قدرت انحصاری نسبت به شاخص سهم بازار بهتر بوده است. چرا که نتایج حاصل از آن به نتایج شاخص لرنر که میزان قدرت بازاری اعمال شده را نمایش می‌دهد، نزدیکتر است. به عنوان مثال، بر اساس شاخص لرنر نیروگاه سمنان بیشترین قدرت انحصاری را در بازار اعمال نموده است حال آنکه بر اساس شاخص سهم بازار پیش‌بینی می‌شد که این نیروگاه کمترین قدرت بازاری را نسبت به واحدهای دیگر در بازار اعمال خواهد نمود؛ همانطور که ملاحظه می‌شود شاخص همسایگی انحصار نیز این واحد نیروگاه را به عنوان ششمین نیروگاه در میان این هفده واحد معرفی می‌کند که دارای پتانسیل قدرت بازاری خواهد بود که این، به نتیجه شاخص لرنر نزدیک‌تر است. همچنین نتایج ارائه شده در ارتباط با سایر نیروگاه‌ها نیز حاکی از این مهم می‌باشد که نتایج شعاع همسایگی انحصار نسبت به نتایج سهم بازار به شاخص لرنر نزدیک‌تر است.

با توسعه این مطالعه، شرکت‌های تولید برق با پتانسیل قدرت بازاری بالا به صورت بهینه تشخیص داده می‌شود که ضمن مفید بودن در فرآیند خصوصی‌سازی کشورهای در حال توسعه، رویکردی جدید را در ادبیات قدرت بازاری به ارمغان خواهد آورد. همچنین از آنجا که نهادهای متولی در برنامه‌ریزی تولید شبکه، نیازهای فنی توسعه یک شبکه در ارائه پیشنهادهای به سرمایه‌گذاران بخش خصوصی، جهت سرمایه‌گذاری در بخش تولید را در نظر می‌گیرند لازم است با استفاده از این شاخص میزان پتانسیل برخورداری از قدرت انحصار یک نیروگاه را نیز محاسبه نموده و نهایتاً به تصمیم‌گیری جامع‌تری در استراتژی توسعه تولید شبکه دست یابند. این موضوع با بحث ایجاد بازار برق و فضای رقابتی ایجاد شده در این بازار برای تولیدکنندگان از اهمیت دوچندانی برخوردار خواهد بود.

همان‌گونه که اشاره شد، در این تحقیق شاخص انحصار عمدتاً بر پایه فاکتورهای اقتصادی بنا شده است. اما از طرفی سایر فاکتورهای فنی شبکه سهم بسزایی در محاسبه انحصار یک نیروگاه ایفا می‌سازد و لازم است به منظور بهبود شاخص ارائه شده، مطالعات تکمیلی به خصوص بر روی عوامل فنی محاسبه انحصار یک واحد انجام گیرد.

بدون شک بررسی همه جانبه یک موضوع در قالب یک پژوهش امکان‌پذیر نمی‌باشد و برای این منظور باید پژوهش‌های دیگری نیز صورت گیرد. از این رو پیشنهاد می‌گردد با تکمیل مطالعات مربوط به محاسبه همسایگی انحصار نیروگاه از لحاظ فنی، شاخص انحصار معرفی شده بهبود یابد. بنابراین لازم است با ارزش‌گذاری شاخص‌های فنی شبکه

سیستم قدرت و تبدیل آنها به فاکتورهای اقتصادی، نهایتاً شاخص جامعی با لحاظ نمودن هزینه‌های تولید، هزینه تلفات شبکه، هزینه انتقال و همچنین هزینه پایداری شبکه معرفی گردد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

## فهرست منابع


۱. ابراهیمی، مهرزاد (۱۳۹۱). برآورد درجه توافق و قدرت بازاری درصنایع خودروسازی و نساجی. رساله دکتری، *دانشکده مدیریت، اقتصاد و حسابداری، دانشگاه پیام نور.*

۲. شرکت مادر تخصصی توانیر (۱۳۹۲). *آمار تفضیلی صنعت برق ایران ویژه انتقال نیروی برق در سال ۱۳۹۱*. معاونت منابع انسانی و تحقیقات.

۳. شرکت مادر تخصصی توانیر (۱۳۹۲). *آمار تفضیلی صنعت برق ایران ویژه تولید نیروی برق در سال ۱۳۹۱*. معاونت منابع انسانی و تحقیقات.

۴. شرکت مادر تخصصی توانیر (۱۳۹۲). *آمار تفضیلی صنعت برق ایران ویژه مدیران در سال ۱۳۹۱*. معاونت منابع انسانی و تحقیقات.

۵. شرکت مهندسین مشاور موننکو ایران (۱۳۹۲). *تجدید ساختار در صنعت برق*. شیوه، تهران.

۶. دفتر برنامه ریزی کلان برق انرژی (۱۳۹۲). *ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۱*. وزارت نیرو، معاونت امور برق و انرژی.

۷. شرکت مدیریت شبکه برق ایران (۱۳۹۳). *دستورالعمل اجرایی بازار برق روز فروش در نقطه مرجع شبکه*.

۸. رمضانیان لنگرودی، علی، رجبی مشهدی، حبیب، و رحیمیان، مهدی (۱۳۸۹). ارائه روشی جهت ارزیابی وضعیت رقابتی بودن بازار بر پایه‌ی برآورد بازه تغییرات شاخص HHI. *بیست و پنجمین کنفرانس بین‌المللی برق.*

۹. مردانی، حسن، جورلی، مجتبی، و لطیف شبانگاهی، غلام رضا (۱۳۸۹). سنجش قدرت بازار در بازار برق ایران. *بیست و پنجمین کنفرانس بین‌المللی برق.*

۱۰. ناظمی، علی، خوش‌اخلاق، رحمان، عماد زاده، مصطفی، و شریفی، علیمراد (۱۳۹۰). برآورد قدرت بازار در بازار برق ایران. *فصل‌نامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی*، ۴، ۳۱-۵۵.

1. Borenstein S., & Bushnell J. (1999). An empirical analysis of the potential for market power in California's electricity industry. *The Journal of Industrial Economics*, 47(3), 323-285.
2. Borenstein S., Bushnell J., & Wolak F. (2000). Diagnosing market power in California's restructured wholesale electricity market. *NBER working paper*.

3. Church, R., J., & Ware R. (2000). *Industrial organization (management and organizations).* McGraw-Hill Publishing Co. International Ed Edition, 832. ISBN: 0071166459.
4. Harvey S., & Hogan W. (2001). Identifying the exercise of market power in California. *LECG Research Paper*.
5. Heidari, Q. (2005). Competition market in power industry: a microeconomic aspect the Case of Iran. *CIGRE/IEEE PES. International Symposium*, New Orleans, LA, 190-197.
6. Joskow, P., & Kahn, E. (2001, July). A quantitative analysis of pricing behavior in California's wholesale electricity market during summer 2000. In *Power Engineering Society Summer Meeting, 2001* (Vol. 1, pp. 392-394). IEEE.
7. Kahn, E. P. (1998). Numerical techniques for analyzing market power in electricity. *The Electricity Journal*, *11*(6), 34-43.
8. Mansur, E. T. (2008). Measuring welfare in restructured electricity markets. *The Review of Economics and Statistics*, 90(2), 386-369.
9. Puller, S. L. (2007). Pricing and firm conduct in California's deregulated electricity market. *The Review of Economics and Statistics*, 89(1), 87-75.
10. Rahimi, F., Zhang, M., & Hobbs, B. (2007, June). Competitive transmission path assessment for local market power mitigation. In *Power Engineering Society General Meeting, 2007. IEEE* (pp. 1-8). IEEE.
11. Singh, K., Padhy, N. P., & Sharma, J. (2011). Congestion management considering hydro-thermal combined operation in a pool based electricity market. *International Electricity Power Energy System*, 33(8), 1513–1519.
12. Stoft, S. (2002). *Power system economics: designing markets for electricity*. 1st Edition, New York: IEEE Press.
13. Steen, F., & Salvanes, K. G. (1997). Testing for market power using dynamic oligopoly model. *International Journal of Industrial organization*, 17, 147-177.
14. Wolfram, C. D. (1999). Measuring duopoly power in the British electricity spot market. *American Economic Review*, 89(4), 826-805.