پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران
سال ششم، شماره 24، پائیز 1396، صفحات 149-123

شبیه‌سازی یکپارچگی بازار برق (سیستم‌های قدرت) در کشورهای هم‌مرز ایران

زین‌العابدین صادقی[1]
سحر بهادرمایوان[2]
مهدی نجاتی[3]

تاریخ پذیرش:1397/06/20 تاریخ دریافت:1396/07/18

چکیده:

با رشد فزاینده تقاضای برق، عدم توانایی دولتها در تامین منابع لازم برای سرمایه‌گذاری در صنعت برق و همچنین با افزایش هزینه‌های اجتماعی سوختهای فسیلی، تمایل به مباحث اقتصاد سیستم‌های قدرت شتاب بیشتری یافته است. هدف مطالعه حاضر، بررسی امکان ایجاد یکپارچگی سیستم‌های قدرت در پنج کشور هم مرز ایران(پاکستان، ترکیه، قزاقستان، روسیه و عمان) با استفاده از داده‌های سالهای2011-2000 می‌باشد. بدین منظور رفتار پویای سناریوهای خودکفایی و بازار آزاد با استفاده از نرم افزار شبیه‌سازی Vensim تا سال 2030 ارزیابی شده است. نتایج حاصل از مقایسه دو سناریوی خودکفایی و بازار آزاد حاکی از آن است که ایجاد بازار یکپارچه در منطقه مورد بررسی منجر به کاهش قیمت برق بدلیل کاهش هزینه‌های ظرفیت می‌گردد.

طبقه‌بندی JEL: F15 ,E17 ,C61

کلیدواژه‌ها: رفتار دینامیک، شبیه سازی، یکپارچگی قدرت

1. دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان (نویسنده مسئول)
Abed_sadeghi@yahoo.com
2. کارشناس ارشد اقتصاد انرژی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان
sahar_bahador@yahoo.com
3. استادیار گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان
mehdi.nejati@gmail.com

1. مقدمه

جریان جهانی مهم در سه دهه اخیر، آزاد سازی بازارهای مربوط به صنایع آب، مخابرات، برق، سوختهایی مانند گاز و حمل و نقل بوده است. لزوما هیچ سازمان مجزایی[1] برای آزادسازی بازارهای عمده فروشی قدرت وجود ندارد(ویلسون،2002[2]) یکی از روشهای مناسب برای برنامه ریزی به منظور انجام این فرایند، تکیه بر ساختار بازار می باشد. بدین صورت که ساختار متفاوتی از نظر قوانین و مقررات با ساختارهای موجود سیستم استفاده شود.

طبق برآورد آژانس بین‌المللی انرژی، الکتریسیته با رشد سالانه 2/8 درصد، بیش از هر انرژی دیگری در تقاضای نهایی انرژی جهان رشد خواهد کرد. با گسترش روند خصوصی‌سازی و آزادسازی الکتریسیته در جهان و با تفکیک کالای برق از خدمات برق، تجارت بین‌المللی الکتریسیته در حال افزایش است. این تجارت هم به صورت مبتنی بر همکاری و تعاون و هم به شکل مبتنی بر رقابت انجام می‌شود. همزمان با این روندها، کشورهای دارای ذخایر و منابع انرژی نظیر روسیه و عربستان به سازمان جهانی تجارت ملحق می‌شوند و مباحث انرژی و منجمله الکتریسیته در WTO شفاف‌تر می‌گردد(جورلی و همکاران،1387).

کشورهایی که به منابع سرشار و مطمئن انرژی دسترسی دارند، می‌توانند با برخوردی فعالانه سمت و سوی تعاریف، دیدگاه‌ها و مقررات مربوط به تجارت کالای برق در سازمان جهانی تجارت را مطابق منافع ملی خود هدایت کنند و با بررسی مزیت نسبی در صنعت برق، برای تحکیم جایگاه خود در صادرات کالای برق و برای بهره‌گیری از صنایع انرژی‌بر اقدام کنند.

---

1. موسسه عام المنفعه public utility (فوائد عامه) یک سازمان فراهم کننده خدمات عمومی برای مردم است که خدماتی مانند آب، انرژی، حمل و نقل و یا ارتباط از راه دور را ارائه می‌کند. گاهی اوقات دولت به شرکت های ارائه کننده این خدمات، وضعیت انحصاری را می‌دهد و پنداشته می‌شود این وضعیت بیشترین منفعت را برای مصرف کنندگان همراه داشته باشد. موسسه عام المنفعه می‌تواند دارای مالکیت عمومی یا متعلق به بخش خصوصی باشد.

2. Wilson(2002)

طبق مطالعات اوچوا و همکاران[1](2013)، به دنبال افزایش رقابت و کارایی و همچنین بهبود امنیت عرضه، بسیاری از کشورها مقررات‌زدایی، خصوصی سازی و فرایندهای اتصال داخلی را در سیستم‌های قدرتشان مد نظر قرار دادند. مناطق در ایالات متحده شمال اروپا و آفریقا در جهت یکپارچه‌سازی سیستم های برق خود حرکت کردند و اخیرا آمریکای لاتین نیز در جهتی مشابه سه بلوک اصلی را ایجاد کردند. مخروط جنوبی (MERCOSUR[2] به استثنای ونزوئلا) انجمن آند (CAN) و آمریکای مرکزی.

در شبکه های توزیع برق با توجه به روند رو به رشد خصوصی سازی و رقابتی شدن صنعت برق، هدف اولیه شرکت‌های توزیع، پایین آوردن هزینه های مربوط به بهره برداری، نگهداری، افزایش قابلیت اطمینان شبکه و مشترکین می‌باشد. یکی از موثرترین این راه‌حل‌ها ایجاد بازارهای برق بین کشورهای واقع در یک محدوده جغرافیای مشترک است.

اگرچه مزایای بالقوه ادغام بازار برق شامل بهبود امنیت عرضه، کارایی اقتصادی و کیفیت محیط زیست و همچنین بهره‌برداری از مکمل بودن هر کشور با توجه به فن آوری‌های تولید و منابع در دسترس هر کشور است. مطالعات بیشتری برای برطرف کردن چالشها و جلب حمایت از فرآیندهای یکپارچه سازی مورد نیاز است. برخی از تجربه‌های موفق ادغام بازار عبارتند از Nord Pool و PJM[3] - اما موارد شکست نیز مانند آفریقای جنوبی می باشد، یکپارچگی برق روند طولانی و پیچیده است که مسائل فنی مرتبط به انتقال و تولید برق را در بر می‌گیرد این مورد می‌تواند از مبادله بین دو کشور تا بازارهای منطقه‌ای یا فوق منطقه‌ای یکپارچه بسط دهد. از نظر موقعیت جغرافیایی منحصر به فرد، منابع عظیم انرژی اولیه و تنوع منابع،نیروی انسانی متخصص،سطح خود اتکایی در صنعت برق و ساخت تجهیزات برق، در منطقه خاورمیانه و

1. Ochoa and et al(2013)

2. توافق های اقتصادی و سیاسی در میان آرژانتین، برزیل، پاراگوئه، اروگوئه و ونزوئلا با بولیوی

3. Pennsylvania–New Jersey–Maryland(PJM)

آسیای میانه، ایران از برتری نسبی برخوردار بوده و با تمامی کشورهایی که دارای مرز خشکی است از روابط نسبتا مطلوبی برخوردار است. با در نظر گرفتن این نکات ایران می‌تواند بعنوان مرکز ثقل یکپارچگی سیستم‌های قدرت در این منطقه مطرح شود. در کنار این عامل تفاوت دمایی بین ایران و همسایگان در تابستان و زمستان و اختلاف افق بین این کشورها زمینه مناسبی برای ایجاد بازار برق یکپارچه بین این کشورها بوجود آورده‌است. این مطالعه به دنبال افزایش امنیت شبکه از طریق یکپارچگی، کاهش قیمت برق از طریق استفاده از پتانسیل های بالقوه و افزایش همگرایی اقتصادی کشورهای مورد مطالعه می باشد. هدف مطالعه حاضر، بررسی امکان ایجاد یکپارچگی سیستم های قدرت در پنج کشور هم مرز ایران(پاکستان، ترکیه، قزاقستان، روسیه و عمان) است.

بخش های بعدی این مقاله در قالب مروری بر مطالعات انجام شده، مدل سازی، شبیه‌سازی مدل، استخراج نتایج حاصل از آن، مقایسه نتایج مربوط به شبیه‌سازی هر یک از سناریوها و در بخش پایانی نتایجی که از پژوهش گرفته شده است، ارائه خواهد گردید.

2. مروری بر مطالعات تجربی

مارتینز و همکاران[1](2013) تقاضای میان مدت برای ظرفیت انتقال برون مرزی برق اروپایی را تا سال 2025 شبیه سازی نموده است. در این مطالعه متغیرهای اثر ظرفیت انتقال برون مرزی بر هزینه های توزیع، کاهش نیاز به منابع انرژی تجدیدپذیر(RES[2])، کاهش خروج گاز CO_2، و امنیت عرضه انرژی(در دوره‌هایی که انرژی ذخیره نمی‌شود) با استفاده از مدل حداقل هزینه توزیع مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاکی از آن است که گسترش ظرفیت اضافی انتقال برون مرزی بین سالهای 2010 تا 2025 منجر به کاهش هزینه های توزیع سالانه، بالا بردن

1 . Martínez et al.(2013)
2 . Renewable Energy Resources

سطح امنیت عرضه انرژی، کاهش نیاز به استفاده از منابع تجدیدپذیر و پاسخ گویی مناسب به سطح تقاضای رشد یافته خواهد شد.

ساروها و ورما[1] (2013) در مطالعه خود به شبیه‌سازی بازار انرژی مناطق آسیا جنوبی طی 50 سال پرداختند. کشورهای این منطقه دارای ویژگی های خاصی از قبیل مصرف سرانه پایین، انرژی در دسترس گران، کیفیت پایین زیر بنای اقتصادی و .. می باشند. نتایج بررسی‌ها که شامل ارائه مدلPMC برای استخر انرژی این منطقه و ارزیابی 10 مناقصه طرف عرضه و تقاضای برق می باشد، حاکی از آن است که یکپارچگی بازار برق در این منطقه منجر به کشف قیمت شفاف و دستیابی به عرضه مطمئن و با کیفیت خواهد شد.

شنگ و همکاران[2](2012) با استفاده از روش گشتاور یک تابع تقاضای منطقه ای انرژی به همراه یک مجموعه داده ای برای 71 کشور شرق آسیا بین سالهای 1965-2010 را تخمین زدند. نتایج حاکی از آن است که کشورهای درگیر یکپارچگی بازار انرژی رشد اقتصادی سریعتر، درآمد نسبتا بالاتر و قیمتهای انعطاف پذیر را در بلندمدت تجربه خواهند کرد. همچنین در کوتاه مدت انعطاف‌پذیری قیمتها کاهش می‌یابد که در واقع با همگرایی بازار انرژی از فشار ناشی از افزیش تقاضا در بازارهای داخلی و خارجی کاسته خواهد شد.

جانرت و دورمان[3](2012) به بررسی سیستم قدرت در اروپای شمالی در سال 2010 پرداختند. برای این مطالعه از یک مدل بازار قدرت تنظیم شده در حال گسترش استفاده کردند. نتایج حاکی از آن است که همگرایی بازار برق و ایجاد یک بازار برق تنظیمی در این مناطق منجر به فواید اقتصادی مطلوب می گردد.

1 . Saroha and Verma (2013)
2. Sheng, et al. (2012)
3. Jaehnert and Doorman (2012)

نپال و جاماسب[1](2012) اتصال و همگرایی در بازار برق ایرلند را طی دوره زمانی 1999-2011 مورد بررسی قرار دادند. این کار باستفاده از یک روش تغییر زمانی به نام کالمان صورت پذیرفت. نتایج حاکی از آن است که همگرایی بازار برق ایرلند(SEM) و بریتانیای کبیر(GB) یک روش کارآمد برای رقابت پذیری بازار محسوب می گردد. اگرچه این مطالعه نشان می دهد که این یکپارچگی فقط 17% در بهبود ظرفیت اتصال موثر می باشد. همچنین نقدینگی بک عامل تعیین کننده در فرآیند یکپارچه سازی بازار می باشد.

بالاگوئر[2](2011) در مطالعه ای که پیرامون همگرایی برون مرزی در بازار برق اروپا با استفاده از رفتار قیمتی صادرکنندگان سوئیسی و نروژی طی دوره زمانی 2005-2007 انجام داده است به این نتایج دست یافته که بازارهای عمده فروشی در سوئیس و دانمارک به نسبت بالایی همگرا می باشند که این امر منجر به نشان دادن رفتار رقابتی در این بازارها شده است. همچنین همگرایی مرزی کشورها در سطوح اضافه بها(markup) و رفتار قیمتی صادرکنندگان سوئیسی ایجاد یک کارایی مطلوب در این بازار را نتیجه می دهد.

مومدو و دیگران[3](2005) در مطالعه خود که با استفاده از اصول سیستم دینامیک به ارزیابی بلندمدت سیستم قدرت برق نیجریه با استفاده از داده های 2005-2009 پرداختند. این شبیه سازی برای یک دوره سی ساله مبنی بر دو سناریو خودکفایی و بازار آزاد و مقایسه آن صورت پذیرفته است. طبق نتایج حاصله با یکپارچگی بازار قدرت در این کشور، نرخ رشد سالانه مرکب شده(CAGR) و نرخ رشد اقتصادی(EGR) که نقاط اهرم قدرت در این کشور در نظر گرفته شده است، بهبود می یابد.

1 .Nepal and Jamasb.

2. Balaguer(2011)

3. Momodu et al(2005)

جنانسونو و دونگ [1](2004) ادغام بین منطقه ای بازار برق در شرق چین بر پایه یک استراتژی برای توسعه آینده سیستم تولید برق و ارزیابی فواید بالقوه بازار یکپارچه برق را طی دوره زمانی 2000-2020 شبیه سازی نمودند. گزاره های مدل شامل: طراحی و بهره برداری از بازار، پیش بینی تقاضای برق، حداقل هزینه گسترش سیستم های تولید بود. نتایج حاکی از آن است که ایجاد یک بازار برق یکپارچه برای منطقه شاندونگ و شانگهای سود آور است.

3. طراحی مدل(اصول دینامیک بازار برق با استفاده از رابطه علت و معلولی)[2]

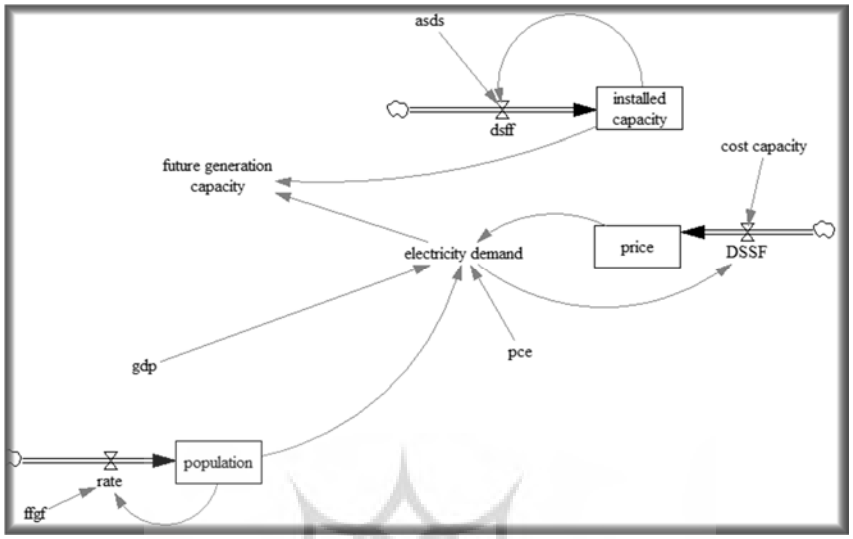
گام اول مدل سازی جهت پاسخ به این پرسش اساسی است که آیا یکپارچگی بازار قدرت بین ایران و کشورهای هم مرز آن امکان پذیر است. بدین منظور داده‌های کشورهای ایران، پاکستان، ترکیه، قزاقستان، روسیه و عمان طی دوره زمانی 2000-2011 استفاده خواهد شد. سپس محدوده مدل توسط دو سناریوی خودکفایی و بازار آزاد تعیین خواهد شد. نتایج این سناریوها تا سال 2030 پیش بینی خواهد شد و متغیر مهم برای مقایسه سناریوها قیمت می باشد. گام دوم در مدل سازی، رفتار دینامیک مدل یا رفتار مرجع متغیرهای مورد نظر بررسی شده با استفاده از نمودارهای علی و معلولی می باشد. بدین منظور دو مدل برای هر یک از سناریوها در نظر گرفته شده است.برای مدل سازی این مطالعه، از متغیرهای مربوط به اصول سیستم دینامیک[3] در سیستم قدرت برق استفاده شده است. این متغیرها به طور کلی در سه بخش اصلی اصلی تولید، انتقال و توزیع گروه‌بندی می‌شوند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Gnansounou and Dong (2004)

2. یکی از محدودیت‌های این مطالعه در نظر نگرفتن ویژگی‌های انتقال برق بین کشورها است.

3. تحلیل دینامیک سیستم رویکردی است برای فهم رفتار غیر خطی سیستم‌های پیچیده به کمک مفاهیمی نظیر متغیرهای جریان و حالت، حلقه‌های داخلی بازخور (فیدبک) و تاخیرات زمانی است. این دانش به ما روش و تکنیکی ریاضی برای چهارچوب بندی کردن، فهمیدن و بحث کردن درباره مباحث و مشکلات پیچیده می‌دهد.



شکل (1) مدل سناریوی خودکفایی برق کشورهای مورد بررسی

منبع: طراحی محققان

3-1. بخش تولیدی(عرضه برق)

بخش تولیدی، تعیین کننده قابلیت اطمینان عرضه برای پاسخگویی به تقاضا را مشخص می‌نماید. متغیرهای این بخش شامل ظرفیت نصب شده (installed capacity)، نرخ افزایش تعداد نیروگاهها(asds) و رابط میان این دو متغیر dsff می باشد. متغیر حالت در این بخش ظرفیت نصب شده است که به صورت میانگین نرخ رشد ظرفیت نصب شده کشورهای مورد بررسی طی سالهای 2011-2000 است. در واقع در صورتی که کشور ظرفیت داخلی خود توسعه داده یا بر کشورهای همسایه تکیه نماید این متغیر دستخوش تغییرات خواهد شد. بنابراین به عنوان نقطه قدرت در مدل مورد بررسی قرار می گیرد.

$$Dsff = Asds \times Installed\ \ Capacity \qquad (1)$$

2-3. بخش مالی

بخش مالی در هر مدل اقتصادی جزئیات بخش تجاری آن مدل را نشان می‌دهد. در مدل نیز این بخش دارای یک متغیر حالت است. برای این بخش میانگین نرخ رشد تعرفه های قیمتی برق کشورهای مورد نظر طی دوره زمانی 2011-2000 محاسبه شده است. این متغیر در سناریوی خودکفایی تحت تاثیر متغیرهای هزینه ظرفیت و تقاضای برق قرار دارد. در سناریوی آزاد علاوه بر هزینه ظرفیت و تقاضای برق، واردات نیز بر قیمت برق موثر می‌باشد. متغیرهای وارده در این بخش مدل به صورت نرخ رشد است بنابراین مدل به پیش‌بینی و بررسی نرخ رشد قیمت برق تا سال 2030 می‌پردازد.

3-3. بخش تقاضای برق

تقاضای برق به دلیل اهمیتی که در تعیین قابلیت عرضه برق دارد، بخش حیاتی بازار برق محسوب می‌شود. تقاضای برق در این مدل از چهار مادول تشکیل شده است. مادول جمعیت(population)، مادول مصرف سرانه برق(pce)، مادول(ماژول) قیمت(price)-بخش مالی مدل- و مادول اقتصادی تولید ناخالص داخلی(gdp) را شامل می شود. روش محاسبه هر یک از مادول‌ها شرح داده خواهد شد.

الف) برآورد رشد جمعیت آینده

از نظر موودو و همکاران[1] (2005)روشهای زیادی برای تخمین جمعیت آینده وجود دارد که رایج ترین آنها استفاده از نرخ تولد و نرخ مرگ و میر است. در این مطالعه مسیر ساده تولد و مرگ برای تخمین رشد جمعیت آینده به کار گرفته شده است.

به صورت ریاضی اینگونه بیان می شود:

1. Momodu and et al.(2005)

$$Population = \int_{1}^{12} (Brith - DEATH) \quad (2)$$

در حالیکه

$$Brith_{t+1} = brithrate_{t+1} \times populationt \quad (3)$$

و همچنین

$$Death = averagelife\ exp\ et\ tan\ cy_{t+1} \times population \quad (4)$$

در این مطالعه t=1 در معادله فوق، معادل سال 2000 و t=12 معادل سال2011 می‌باشد.(که برای محاسبه آن از داده های سال 2011-2000 بدست آمده از سایت های انرژی و بانک جهانی استفاده شده است).

ب) بخش تولید ناخالص داخلی

سه روش برای برآورد تولید ناخالص داخلی (GDP) در اقتصاد وجود دارد. این روشها عبارتند از روش تولید، روش درآمد و روش مخارج

روش محاسبه هر مسیر در زیر نمایش داده شده است.

(5) (نهاده واسطه‌ای - ستانده) ∑=روش ارزش افزوده تولید ∑ =روش تولید

خالص مالیاتهای +پاداش شاغلین)∑=روش ارزش افزوده درآمد ∑=روش درآمد

(6) (مازادعملیاتی + استهلاک+تولید

خالص صادرات کالا و خدمات + سرمایه ناخالص+ مخارج مصرف نهایی =روش مخارج

تغییرات + ترکیب سرمایه ناخالص ثابت) + (مخارج مصرف دولت + مخارج مصرف خانوار)=

(7) (واردات کالا و خدمات - صادرات کالا و خدمات) + (موجودی کالا

در این مطالعه GDP را از طریق روش مخارج برآورد می گردد که داده های آن در دسترس است. سپس میانگین GDP هرکشور طی 12 سال مورد نظر محاسبه شده است.

$$GDP = average\ growth\ rate\ GDP\ (2000-2011) \quad (8)$$

ج) مصرف سرانه برق

یکی از متغیرهای موثر بر تقاضای برق، مصرف سرانه برق می باشد. به اینصورت که مصرف سرانه بالاتر به معنی افزایش تقاضا برای برق می باشد. برای این مطالعه مصرف سرانه برق هر کشور از تقسیم مصرف برق هر کشور به جمعیت آن در سال مورد نظر به دست می‌آید، سپس میانگین مصرف سرانه هر کشور طی 12 سال مورد بررسی در نظر گرفته شده است.

$$Pce\left(MWh/person\right)=average\left(growth\ \ rate\left(\frac{CON.(MWh)}{PRo.(person)}\right)\right)(2000-2011) \qquad (9)$$

3-4. برآورد تابع تقاضای بلندمدت

در مطالعه حاضر، مدل اساسی برای تخمین تابع تقاضای برق از بابتوند و شعیبو(2008)[1]استفاده شده است. قیمت برق، جمعیت، GDP و مصرف سرانه برق متغیرهای موثر برای تخمین تابع تقاضا می‌باشند.

تولید ناخالص داخلی (GDP) بالاتر به معنای درآمد سرانه بالاتر منجر به خرید تجهیزات برقی بیشتر می‌شود و از این رو تقاضای برق را افزایش می‌دهد. با این وجود افزایش قیمت برق منجر به کاهش تقاضای برق خانوار می گردد. جمعیت نیز یک عامل مهم برای برآورد تقاضای برق است. با سطح جمعیت بالاتر، افزایش مصرف برق بالاتر انتظار می رود و یک رابطه مثبت بین رشد جمعیت و تقاضای انتظاری برق وجود دارد.

بنابراین با این تعاریف، محاسبه نرخ رشد تقاضای برق با استفاده از یک روش ساده انجام می گیرد.

$$ED=\frac{EP\times PCE\times Y}{GDP} \qquad (10)$$

1 .Babatunde and Shuaibu (2008)

ED نرخ رشد تقاضای برق(MWh)، EP :میانگین تعرفه برق (USA/$) ، PCEمصرف سرانه برق $\left(MWh / person\right)$، Y :جمعیت (Person) و GDP :تولید ناخالص داخلی (USA/$) برای تبدیل تقاضای برق به تقاضای بارLD از روش زیر استفاده می شود:

$$LD = \frac{ED}{0.75 \times 8760} \qquad (11)$$

برای هم واحد شدن تقاضا و عرضه برق از معادله بالا استفاده می شود. بنابراین تقاضای انرژی که واحد آن MWh است به تقاضای بار که واحد آن MW می باشد تبدیل خواهد شد. در رابطه (11) رقم 0.75همان ضریب ظرفیت نیروگاه‌هاست.

بنابراین با محاسبه بخش تولیدی و بخش تقاضای برق از طریق نرم افزار Vensim، متغیری به نام Future Generation Capacity به دست می آید که نشان دهنده مازاد عرضه برق هر کشور می باشد.

(12) تقاضای برق –ظرفیت های موجود =مازادعرضه برق

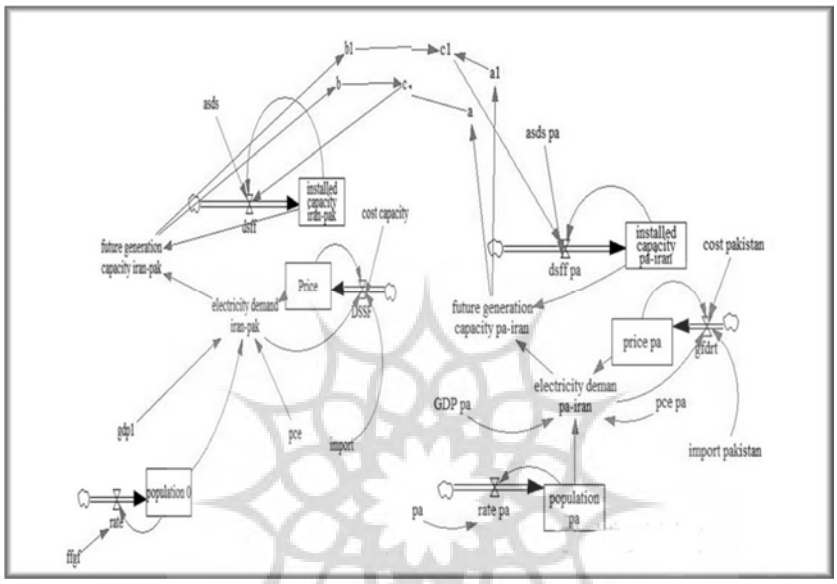
در صورتی که این مقدار مثبت باشد کشور دارای مازاد عرضه برق است. به این معنا که نرخ رشد ظرفیت نصب شده در آن بیشتر از نرخ رشد تقاضای برق می باشد و در صورت ورود به بازار آزاد تجاری قادر به انتقال برق به کشورهای مجاور خواهد بود (صادرات برق) و در صورتیکه منفی باشد نتیجه عکس بوده و باید میزان برق مورد نیاز خود را وارد نماید.

4 .توسعه مدل

مدل طراحی شده در این مقاله برای رسیدن به شرایط واقعی باید توسعه یابد، بدین معنا که با اجرای برخی کدها و شروط، یکپارچگی در بین کشورهای مورد بررسی که هدف این مطالعه

می باشد شبیه سازی انجام شده ونتایج دقیق‌تری نمایش داده می شود. برای این منظور از ساختار شرطی (اگر غیر از این باشد)[1]استفاده می شود.

مدل توسعه یافته مطالعه حاضر، به همراه ساختار شرطی آن بدین صورت می باشد:



شکل (2) مدل توسعه یافته بازار یکپارچه برق ایران و کشورهای همسایه

منبع: طراحی محققان[2]

این ساختار برای نمونه ارتباط ایران و پاکستان و ایجاد یک بازار مشترک برای آن را نشان می‌دهد. برای ایران و هر یک از کشورهای مورد بررسی، این ساختار طراحی شده است و در مجموع بین تمامی کشورهای عضو، این پیوستگی حاصل شده که نتیجه آن ایجاد یک بازار

1.If Then Else

2. طراحی مدل در نرم افزار و خروجی آن به زبان اصلی است.

همگرا جهت بررسی می‌باشد. متغیرهای b,b_1,c,c_1,a,a_1 هر کدام دربردارنده ساختار شرطی مناسب برای برقراری این پیوستگی می‌باشند(معادله 13 تا 16).

$$b_1 \to IF\ \ THEN\ \ ELSE \begin{pmatrix} "future\ \ generation\ \ capacity\ \ iran < 0 \\ "future\ \ generation\ \ capacity\ \ iran, 0 \end{pmatrix}$$

$$C_1 \to IF\ \ THEN\ \ ELSE\ (a_1 >= b_1\ ,\ b_1\ ,\ a_1)$$

$$a_1 \to IF\ \ THEN\ \ ELSE \begin{pmatrix} "future\ \ generation\ \ capacity\ \ Pakistan > 0 \\ future\ \ generation\ \ capacity\ \ Pakistan, 0 \end{pmatrix}$$

$$dsff\ \ \to IF\ \ THEN\ \ ELSE \begin{pmatrix} C_1 \neq 0, asds \times installed\ \ capacity, \\ (asds \times installed\ \ capacity - c_1) \end{pmatrix}$$

این شروط برای متغیرهای b,c,a نیز صادق می باشد.

فرض مربوط به مدل سازی قیمت عبارتند از:

$$P = f\ (price, electricity\ \ demand) \qquad (13)$$

$$DSSF = f\ (DSSF, electricity\ \ demand, price, cost\ \ capacity, import) \qquad (14)$$

$$Price = Delay\ \ Fixed\ (\{price, electricity\ \ demand\}, 1, 100) \qquad (15)$$

همانطور که در قسمت قبل توضیح داده شد، future generation capacity (ظرفیت تولید در آینده)در واقع نشان دهنده نرخ رشد مازاد عرضه برق می باشد. شروط نوشته شده به این معنا است که اگر این متغیر برای کشوری مانند ایران منفی باشد این کشور دارای مازاد تقاضای برق خواهد بود و باید برق را وارد کند و اگر مثبت باشد، نشان دهنده اینست که کشور دارای مازاد عرضه بود و می تواند برق را به کشورهای عضو این مجموعه یکپارچه صادر نماید.

متغیر c نیز متصل کننده کشورها با شروط موجود به یکدیگر می باشد و ارتباط بین متغیرها را مشخص می نماید. c_1 بیانگر اینست که اگر کشور ایران دارای مازاد تقاضا و کشور پاکستان

دارای مازاد عرضه باشد رابطه تجاری بین آن‌ها برقرار شده و انتقال قدرت در قیمت‌های فوق انجام می‌گیرد. در این مدل نرخ رشد واردات نیز، به مدل اضافه شده است که به دلیل ایجاد بازار آزاد، کشورها به مبادله برق می‌پردازند. این متغیر بر قیمت برق کشورها دارای اثر منفی می باشد به این معنا که با واردات برق، قیمت داخلی آن کاهش خواهد یافت.

متغیر dsff نیز که در واقع بیان‌کننده رابطه بین ظرفیت نصب شده و نرخ افزایش نیروگاهها بود، بیان می‌کند اگر رابطه تجاری بین کشورها برقرار شود مقدار آن به میزان انتقال(c_1) کاهش می‌یابد، همانگونه که قبلا توضیح داده شد، انتقال برق چه به صورت واردات چه صادرات بر روی نرخ افزایش تعداد نیروگاههای درون کشور اثر گذاشته و این امر، dsff را دچار تغییر می کند. dssf نیز در بردارنده روابط بین متغیرهای موثر بر قیمت برق در بازار همگرا می باشد که نرخ رشد هزینه سرمایه‌گذاری ونرخ رشد تقاضا اثرمستقیم و نرخ رشد واردات بر نرخ رشد قیمت برق اثر معکوس دارد. همچنین چون تقاضای برق و قیمت برق با یکدیگر دارای رابطه دو طرفه می باشند از این رو رابطه این دو نیز از طریق شروط معادلات همزمان در ونسیم مشخص می گردد.

5. تجزیه و تحلیل نتایج

برای تصمیم‌گیری بهتر در این مطالعه دو سناریو در نظر گرفته شده است. در سناریوی اول، که سیاست خودکفایی هر کشور در تامین تقاضای برق است و سناریوی دوم، بازار می‌باشد. در سناریوی اول ظرفیت انتقال برق بین کشورها در این سناریو محدود در نظر گرفته شده و به همین دلیل در خطوط انتقال همیشه ازدحام وجود دارد. در این سناریو واردات برق از کشورهای همسایه محدود و هیچ کشوری از طریق واردات بر تامین رشد تقاضای خود تکیه نمی‌کند.

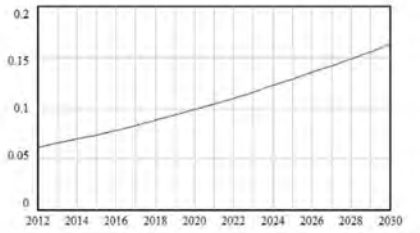
سناریوی دوم، بازار آزاد است، که امکان تکیه بر شبکه برای حفظ امنیت عرضه را در نظر می‌گیرد. این سناریو فرض می‌کند که امنیت عرضه بر اتصال داخلی و ظرفیت تولید کشورهای عضو گروه یکپارچگی متکی است. ارزیابی سناریوهای مطرح شده با استفاده از نتایج شبیه‌سازی صورت خواهد گرفت. با در نظر گرفتن مباحث مطرح شده، با ظرفیتهای نصب شده موجود در هر کشور، اگر در هر یک از کشورهای عضو، کمبود برق وجود داشته باشد برای سادگی مدل دو حالت وجود خواهد داشت: 1) باتوجه به کمبود، روال توسعه را ادامه خواهد داد(ظرفیت های جدید نصب کرده یا شبکه های موجود را گسترش می دهد) 2) از کشورهای دیگر وارد می‌کند(وارد بازار یکپارچه قدرت در منطقه می شود) که این مورد نیز شرایطی دارد: اولا قیمت انرژی ورودی مناسب باشد و ثانیا کشورهای موجود در بازار دارای مازاد باشند. با این وجود با توجه به شرایط موجود نتایج مربوط به دو متغیر نرخ رشد ظرفیت تولید آینده(future generation capacity) و نرخ رشد قیمت برق(price) مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت.

1-5. نتایج اجرای سناریوی خودکفایی(سناریوی پایه)

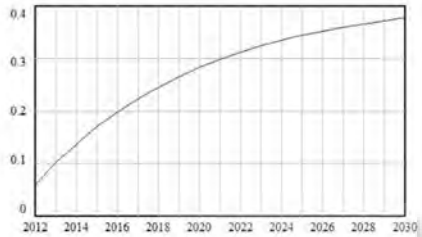
نمودارهای شماره (1)و(2) نشان دهنده نرخ های رشد پیش بینی شده ظرفیت تولید آینده و قیمت برق ایران طی دوره زمانی 2030-2012 می باشد. نرخ رشد ظرفیت تولید آینده مثبت و در حال افزایش است که این بیانگر بیشتر بودن نرخ رشد ظرفیت نصب شده از نرخ رشد تقاضای برق ایران می باشد.

پرتال جامع علوم انسانی

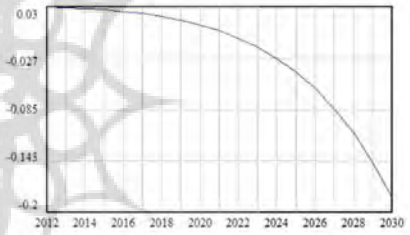
در این سناریو بدلیل گسترش ظرفیت‌های موجود یا ایجاد تاسیسات جدید، هزینه‌های سرمایه‌گذاری افزایش یافته که هزینه‌ها اثر قابل توجهی برقیمت برق دارند، که این موضوع موجب می شود نرخ رشد قیمت برق با شیب زیادی در حالافزایش باشد.



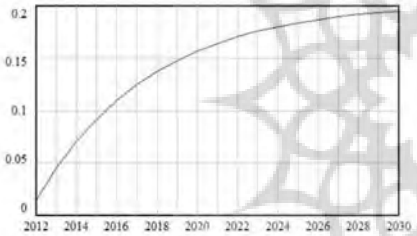
نمودار ۱.نرخ رشد ظرفیت تولید آینده ایران در سناریوی پایه



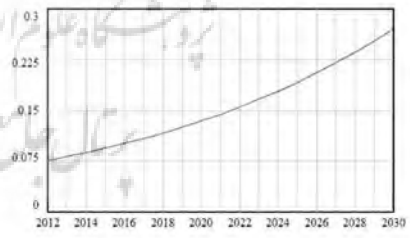
نمودار۲.نرخ رشد قیمت برق ایران در سناریوی پایه



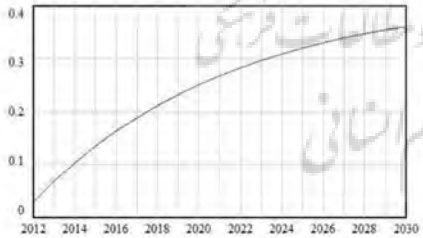
نمودار۳.نرخ رشد ظرفیت تولید آینده پاکستان در سناریوی پایه



نمودار۴.نرخ رشد قیمت برق پاکستان در سناریوی پایه



نمودار۵.نرخ رشد ظرفیت تولید ترکیه در سناریوی پایه

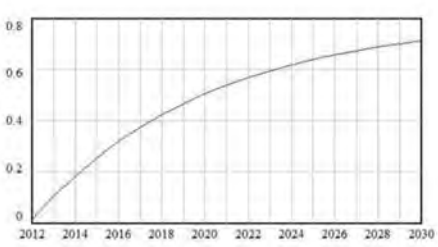


نمودار۶.نرخ رشد قیمت برق ترکیه در سناریوی پایه

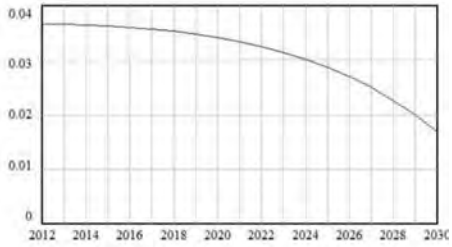
نمودارهای (3)و(4) نشان دهنده نرخ های رشد پیش بینی شده ظرفیت تولید آینـده و قیمـت برق پاکستان طی دوره زمانی 2030-2012 می باشد.نرخ رشد ظرفیت تولیـد آینـده منفـی و در حال کاهش است که این بیانگر کمتر بودن نرخ رشد ظرفیت نصب شده از نرخ رشـد تقاضـای برق پاکستان می باشد. پیش بینی می شـود پاکسـتان تـا سـال 2030 دارای کمبـود عرضـه بـرق خواهد بود و نمی تواند بر تولیدات داخلی تکیه نماید. بنابراین باید میزان سـرمایه‌گـذاری خـود در توسعه و یا ایجاد تاسیسات تولید برق را بیش از آنچه هست افزایش دهد که این امر منجر به افزایش هزینه ظرفیت می شود.این هزینه ظرفیت در این سناریو اثر مستقیم بـر قیمـت بـرق دارد بنابراین منجر به افزایش نرخ رشد قیمت با شتاب بیشتر خواهد شد.

نمودارهای (5)و(6) نشان دهنده نرخ های رشد پیش بینی شده ظرفیت تولید آینـده و قیمـت برق ترکیه طی دوره زمانی 2030-2012 می باشد.نرخ رشد ظرفیت تولید آینده مثبت و در حال افزایش است که این بیانگر بیشتر بودن نرخ رشد ظرفیت نصب شده از نرخ رشـد تقاضـای بـرق ترکیه می باشد. در این سناریو بدلیل گسترش ظرفیت های موجـود یـا ایجـاد تاسیسـات جدیـد، هزینه های سرمایه‌گذاری افزایش یافته که هزینه‌ها اثر قابل توجهی برقیمت برق دارند، کـه ایـن موضوع موجب می‌شود نرخ رشد قیمت برق با شیب زیادی در حال افزایش باشد.

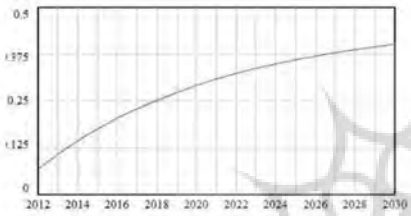
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



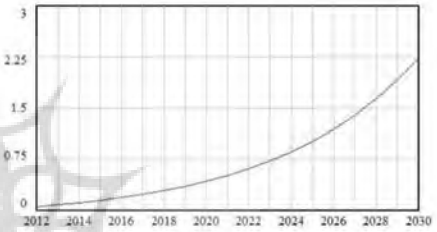
نمودار۸.نرخ رشد قیمت برق قزاقستان در سناریوی پایه



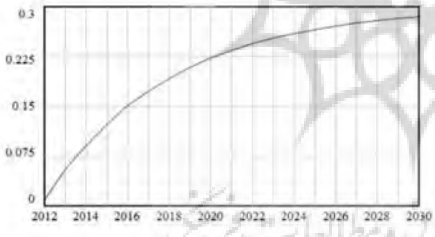
نمودار۷.نرخ رشد ظرفیت تولید قزاقستان در سناریوی پایه



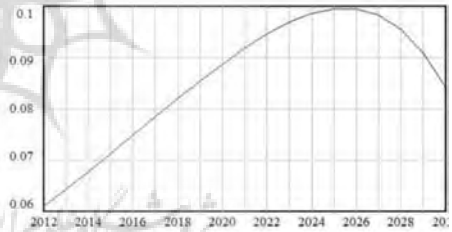
نمودار۱۰.نرخ رشد قیمت برق روسیه در سناریوی پایه



نمودار۹.نرخ رشد ظرفیت تولید آینده روسیه در سناریوی پایه



نمودار۱۲.نرخ رشد قیمت برق عمان در سناریوی پایه



نمودار۱۱.نرخ رشد ظرفیت تولید آینده عمان در سناریوی پایه

نمودارهای (7)و(8) نشان دهنده نرخ های رشد پیش بینی شده ظرفیت تولید آینـده و قیمـت برق قزاقستان طی دوره زمانی 2030-2012 می باشد.نرخ رشد ظرفیت تولیـد آینـده مثبـت ولـی در حال کاهش است که این بیانگر پیشی گرفتن نرخ رشد تقاضـای بـرق از نـرخ رشـد ظرفیـت نصب شده بعد از 2030 می باشد. در این سناریو بدلیل گسترش ظرفیت هـای موجـود یـا ایجـاد

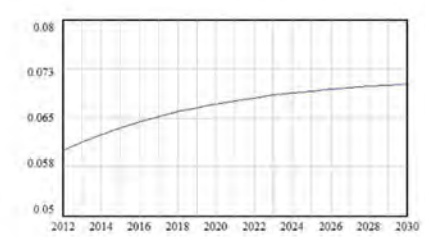
تاسیسات جدید بمنظور پاسخگویی به تقاضای ایجاد شده، هزینه های سرمایه گذاری افزایش یافته که هزینه‌ها اثر قابل توجهی برقیمت برق دارند، که این موضوع موجب می شود نرخ رشد قیمت برق با شیب زیادی در حال افزایش باشد.

نمودارهای (9)و(10) نشان دهنده نمودارهای شبیه سازی شده روسیه در سناریوی خودکفایی طی سالهای 2030-2012 می باشد.به دلیل منفی بودن نرخ رشد جمعیت در این کشور نرخ رشد تقاضای بار در حال کاهش می باشد. این موارد منجر به افزایش نرخ رشد ظرفیت تولید در روسیه شده و این کشور دارای مازاد عرضه برق می باشد. با توجه به مازاد ظرفیت تولید پیش بینی شده افزایش سرمایه گذاری در این بخش ضرورت نمی‌یابد بنابراین نرخ رشد قیمت برق تا سال 2030 تقریبا به یک نرخ ثابت رسیده و در مقایسه با سایر کشورها کمتر افزایش می‌یابد.

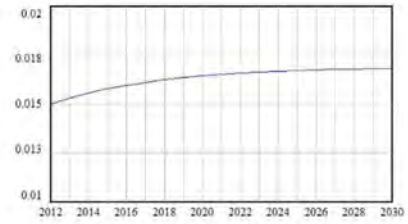
نمودارهای (11) و (12) نشان دهنده نمودارهای شبیه سازی شده عمان در سناریوی خودکفایی طی سالهای 2030-2012 می باشد. تا سال 2025 نرخ رشد ظرفیت نصب شده از نرخ رشد تقاضای بار بیشتر بوده و بعد از آن نرخ رشد ظرفیت تولید رو به کاهش خواهد گذاشت. و با همین روند کشور باکمبود عرضه برق نیز مواجه می شود. نرخ رشد قیمت برق نیز در این سناریو که تابعی از نرخ رشد هزینه ظرفیت و نرخ رشد تقاضای بار است، در حال افزایش می باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

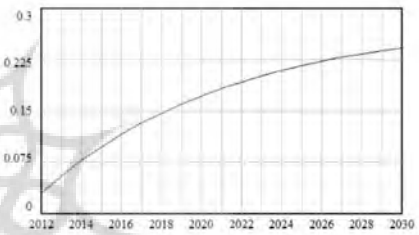
2-5. نتایج اجرای سناریوی بازار آزاد



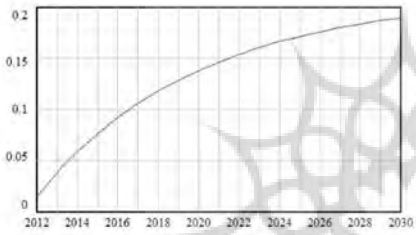
نمودار۱۳.نرخ رشد قیمت برق ایران در بازار یکپارچه



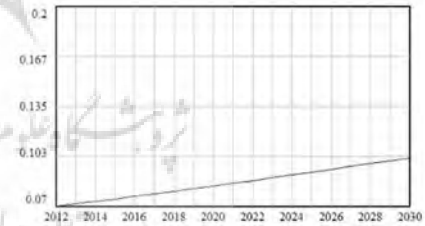
نمودار۱۴.نرخ رشد قیمت برق پاکستان در بازار یکپارچه



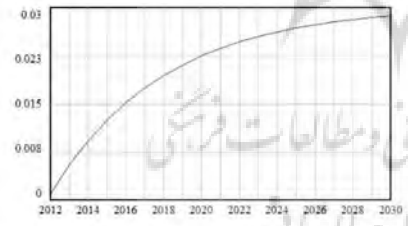
نمودار۱۵.نرخ رشد قیمت برق ترکیه در بازار یکپارچه



نمودار۱۶.نرخ رشد قیمت برق قزاقستان در بازار یکپارچه



نمودار۱۷.نرخ رشد قیمت برق روسیه در بازار یکپارچه



نمودار۱۸.نرخ رشد قیمت برق عمان در بازار یکپارچه

مهمترین عامل تجارت در هر بازار اقتصادی، قیمت می باشد. در بازار برق نیز قیمت تعرفه‌های برق مشخص کننده رابطه تجاری است. نمودارهای بالا (13) تا (18) نشان دهنده نرخ

رشد قیمت برق در فضای بازار یکپارچه شبیه‌سازی شده کشورهای مورد بررسی طی سال های 2012-2030 می‌باشد. همانگونه که در بخش مالی مدل توضیح داده شد، قیمت برق در حالت بازار آزاد، تحت تاثیر متغیرهای تقاضای بار، هزینه ظرفیت و واردات برق کشور است. در اینجا نیز برای تعیین نرخ رشد قیمت برق تمامی متغیرها به صورت نرخ رشد در نظر گرفته شده است. در سناریوی بازار آزاد به دلیل اینکه هر کشور بر تولیدات کشورهای همسایه نیز متکی است و نیاز کمتری به توسعه شبکه یا ایجاد ظرفیت جدید دارد، بنابراین هزینه ظرفیت آن کاهش می یابد که این امر منجر به کاهش نرخ رشد قیمت برق می گردد. نمودارهای فوق نیز نشان دهنده افزایش کمتر نرخ رشد قیمت برق در مقایسه با حالت خودکفایی و یا اقتصاد بسته می باشد. این امر برای تمامی کشورهای درگیر، صادق می باشد.

3-5. تجزیه و تحلیل سناریوی بازار آزاد

جدول1.نتایج ایجاد بازار یکپارچه قدرت در منطقه

کشور	قیمت برق(دلار)	نرخ رشد قیمت کشور (درصد)			
		2012	2018	2024	2030
ایران	0/084	5/9	6/5	6/8	7
پاکستان	0/088	1/5	1/6	1/66	1/68
ترکیه	0/120	3	14	20	24
قزاقستان	0/031	1/6	11	16	18
روسیه	0/046	7	7/9	9	10
عمان	0/031	0/1	1/9	2/6	2/8

منبع: یافته‌های پژوهش

مهترین عامل تجارت در هر بازاری، قیمت می باشد. در واقع بازار نبض اقتصادی بازارهای رقابتی می‌باشد. در بازار یکپارچه ایجاد شده متغیرهای برونزای نرخ رشد تقاضای بار، نرخ رشد هزینه ظرفیت و نرخ رشد واردات برق بر نرخ رشد قیمت موثر می باشند. با ورود

کشورها به بازار یکپارچه، فضای رقابتی ایجاد شده و هر کشور سعی در حداقل نمودن قیمت برق تولیدی خود از طریق کاهش هزینه‌های تولید و بهره‌گیری از تکنولوژی‌های کاراتر را خواهد داشت. همچنین به دلیل اینکه نیاز به توسعه ظرفیت یا ایجاد ظرفیت‌های جدید مانند سناریوی خودکفایی نمی‌باشد بنابراین متغیر هزینه ظرفیت کوچک شده و این منجر به کاهش قیمت داخلی برق در هر یک ازکشورهای عضو مجموعه یکپارچه می‌شود.

÷مطابق جدول قیمت برق ایران در سال 2011 معادل 0/084دلار می باشد این قیمت با نرخ رشد 7درصد در سال 2030 به 0/089 دلار خواهد رسید. قیمت برق پاکستان در سال 2011 معادل 0/088 دلار است که با نرخ رشد 1/68درصد در سال 2030 به 0/102 دلار می رسد. قیمت برق ترکیه در سال 2011 معادل دوازده صدم دلار است که با نرخ رشد پیش بینی شده 24درصد در سال 2030 به 0/148دلار خواهد رسید. قیمت برق قزاقستان در سال 2011 معادل 0/031 دلار است که بانرخ رشد پیش بینی شده 18 درصد در سال 2030 به 0/036دلار می رسد. قیمت برق روسیه در سال 2011 معادل 0/046دلار است که با نرخ رشد پیش بینی شده 10درصد در سال 2030 به 0/051 دلار خواهد رسید. قیمت برق عمان در سال 2011 معادل 0/031 دلار است که با نرخ رشد پیش بینی شده 2/8درصد در سال 2030 به 0/032دلار خواهد رسید.

همانطور که در جدول فوق و نمودارهای مربوط به همگرایی مشاهده می شود، قیمت برق بعد از همگرایی با نرخی کمتری در حال افزایش است که این یکی از مهمترین مزیت‌های تجارت آزاد برق می‌باشد.

4-5. مقایسه سناریوهای مورد مطالعه

با توجه به بررسی های انجام شده و نتایج مربوط به اجرای هر دو سیاست، کشورهای ایران، ترکیه، قزاقستان، روسیه و عمان دارای مازاد عرضه برق بوده(نرخ رشد پیش بینی شده ظرفیت نصب شده از نرخ رشد پیش بینی شده تقاضای برق بیشتر بوده است) اما پاکستان با نرخ رشد

ظرفیت و تقاضای پیش‌بینی شده با کمبود عرضه برق مواجه خواهد بود. در صورت اجرای سیاست خودکفایی در ایران قیمت برق آن که در شروع شبیه سازی معادل 0/084دلار می باشد در سناریوی پایه معادل 0.115 دلار ودر صورت ورود به بازار یکپارچه قدرت معادل 0.089 دلار خواهد بود بنابراین در صورت ورود ایران به این بازار منفعت حاصل از اختلاف قیمت معادل 0/020 دلار در پایان دوره مورد بررسی کسب خواهد نمود. قیمت برق ترکیه در شروع فرآیند شبیه‌سازی معادل0/120 دلار می باشد در صورت اجرای سناریوی پایه معادل 0/163 دلار و در صورت ورود به بازار یکپارچه قدرت معادل 0/148 دلار خواهد بود که در صورت ورود ترکیه به این بازار منفعت حاصل از اختلاف قیمت 0.015دلاری را کسب می نماید. قیمت برق قزاقستان در شروع فرایند شبیه سازی معادل 0/031 دلار است که در صورت اجرای سناریوی پایه این قیمت در سال 2030 معادل 0/054 دلار و در صورت ایجاد بازار یکپارچه قدرت در منطقه معادل 0/036 دلار خواهد شد در صورت ورود قزاقستان به این بازار آزاد منفعت حاصل از اختلاف قیمت برابر با 0/018 دلار را بدست خواهد آورد. قیمت برق روسیه در سال 2011 معادل 0/046 دلار خواهد بود در صورت اجرای سناریوی پایه این قیمت معادل 0/064 دلار و با اجرای فرایند همگرایی در منطقه قیمت به 0/051 دلار در سال 2030 خواهد رسید که اختلاف قیمت آن معادل 0/013 دلار می باشد. قیمت برق عمان در شروع فرایند شبیه سازی معادل 0/031 دلار خواهد بود در صورتی که این کشور از سیاست خودکفایی استفاده نماید قیمت آن معادل 0/039 دلار و در صورت ورود آن به بازار آزاد تجاری قیمت به 0/032 دلار خواهد رسید که در پایان سال 2030 اختلاف قیمت آن معادل 0/007 می باشد. قیمت برق کشور پاکستان در شروع فرآیند شبیه‌سازی در سال 2011 معادل 0/088 دلار می‌باشد در صورتیکه از سیاست خودکفایی استفاده نماید این قیمت به 0/054 دلار خواهد رسید اما از آنجاییکه این کشور تا سال 2030 دارای کمبود عرضه برق خواهد شد نیازمند ایجاد ظرفیت‌های جدید یا گسترش ظرفیت‌های موجود می‌باشد که این امر مستلزم

سرمایه‌گذاری بیشتر است بنابراین قیمت برق به بیش از مبلغ پیش‌بینی شده افزایش می‌یابد تا کشور بدون تکیه بر کشورهای همسایه تقاضای بار پیش‌بینی شده خود را تامین نماید اما در صورت ورود کشور به بازار یکپارچه قدرت به دلیل نیاز کمتر به سرمایه‌گذاری های جدید، استفاده از تکنولوژی های جهانی کاراتر و ورود به فضای رقابتی این قیمت به 0/036 دلار خواهد رسید که کشور علاوه بر دستیابی به قابلیت اطمینان عرضه برق، منفعت حاصل از اختلاف قیمتی معادل 0/018 دلار را کسب می نماید.

6. نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

هدف مطالعه حاضر، بررسی امکان ایجاد یکپارچگی سیستم های قدرت در پنج کشور هم مرز ایران(پاکستان، ترکیه، قزاقستان، روسیه و عمان) بااستفاده از داده‌های سالهای2011-2000 می‌باشد.که از یک سیاست خودکفایی(اقتصاد بسته) تا بازار برق آزاد تجاری طی دوره 2011تا 2030 را مورد ارزیابی قرار می دهد.

با توجه بررسی‌های انجام شده، کشورهای ایران، ترکیه، قزاقستان، روسیه و عمان تا سال 2030 دارای مازاد عرضه برق بوده اما نرخ رشد تقاضای بار پاکستان طی دوره مورد بررسی بیشتر از نرخ رشد ظرفیت نصب شده می‌باشد، بنابراین این کشور با کمبود عرضه برق مواجه خواهد شد.

بنابراین ایجاد بازار مشترک در منطقه منجر به طور متوسط منجر به کاهش 0/019 دلار در قیمت برق کشورهای عضو به دلیل کاهش هزینه‌های سرمایه گذاری و استفاده از واردات بجای توسعه شبکه های موجود می‌گردد، که با این وجود یکپارچگی در منطقه مورد نظر توصیه می‌شود.

به علاوه برای ایران با نرخ رشد پیش بینی شده، تا سال 2030 میزان مازاد ظرفیت تولید پیش بینی شده برابر با 5309 مگاوات می باشد که این امر نیازمند سرمایه گذاری زیادی در این

بخش می باشد که منجر به افزایش قیمت آن به 0/115 دلار می گردد اما در صورتی که وارد بازار یکپارچه قدرت در منطقه شود به دلیل صرفه های اقتصادی حاصل از این بازار قیمت به 0/089 دلار خواهد رسید. این قیمت پایین انرژی برق در کشور منجر به فراهم شدن مزیت های اقتصادی قابل توجهی از جمله صنعتی کردن کشور، تجاری شدن برق تولیدی آن بدلیل کم بودن قیمت برق و افزایش سطح رفاه خانوار بدلیل کاهش هزینه های برق مصرفی آنها می گردد.

7. منابع

الف) فارسی

جورلی،مجتبی، کاشانی زاده و مردانی،حسن(1387). ارزیابی سطح تمرکز بازار برق ایران در شرایط ادغام نیروگاهها . تهران: *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*،سال پنجم، شماره16، صص 165-183.

تارنمای آمار و اطلاعات بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ww.tsd.cbi.ir.

تارنمای بانک جهانی، www.data.worldbank.org

ب)انگلیسی

Babatunde, M. A., and Shuaibu, M. I. (2009), The Demand for Residential Electricity in Nigeria: a Bound Testing approach. In A paper presented at the Conference of the African Econometric Society, ACES.

Balaguer, J. (2011), Cross-Border Integration in the European Electricity Market: Evidence from the Pricing Behavior of Norwegian and Swiss Exporters, *Energy Policy*, Vol.39, Issue.9, pp. 4703-4712.

Gnansounou, E., & Dong, J. (2004), Opportunity for Inter-Regional Integration of Electricity Markets: the Case of Shandong and Shanghai in East China, *Energy Policy*, Vol.32, Issue. 15, pp. 1737-1751.

Jaehnert, S., and Doorman, G. L. (2012), Assessing the Benefits of Regulating Power Market Integration in Northern Europe, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol.43, Issue.1, pp. 70-79

Martínez-Anido, C. B., Vandenbergh, M., De Vries, L., Alecu, C., Purvins, A., Fulli, G., and Huld, T. (2013), Medium-Term Demand for European Cross-Border Electricity Transmission Capacity, *Energy Policy*, Vol. 61, pp.207-222.

Momodu, A. S., Oyebisi, T. O., and Obilade, T. O. (2012). Modelling the Nigeria's Electric Power System to Evaluate its Long-Term Performance. In Proceedings of the 30th International Conference of the System Dynamics Society.

Nepal, R., and Jamasb, T. (2012), Interconnections and Market Integration in the Irish Single Electricity Market, *Energy Policy*, Vol. 51, pp.425-434.

Ochoa, C., Dyner, I., and Franco, C. J. (2013), Simulating Power Integration in Latin America to Assess Challenges, Opportunities, and Threats, *Energy Policy*, Vol. 61, pp.267-273.

Saroha, S., and Verma, R. (2013). Cross-Border Power Trading Model for South Asian Regional Power Pool, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Vol.44, Issue.1, pp. 146-152.

Sheng, Y., Shi, X., and Zhang, D. (2013), Economic Development, Energy Market Integration and Energy Demand: Implications for East Asia, *Energy Strategy Reviews*, Vol.2, Issue.2, pp.146-152.

Wilson, R. (2002), Architecture of Power Markets, *Econometrica*, Vol.70, Issue.4, pp. 1299-1340.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی