اثرات اصلاح قیمت سوخت مصرفی نیروگاه‌ها بر قیمت برق در بازار تجدیدساختاریافته: رویکرد پویایی سیستمی

داود منظور | manzor@yahoo.com

دانشیار دانشگاه امام صادق علیه السلام

حسین رضائی | h_s.rezaee@yahoo.com

فارغ التحصیل دکتری – دانشگاه امام صادق علیه السلام

(نویسنده مسئول مکاتبات)

دریافت: ۱۳۹۱/۷/۱۲ | پذیرش: ۱۳۹۲/۱/۲۰

چکیده: درپی افزایش قیمت سوخت نیروگاه‌ها در بازار مقررات‌زدایی شده، انتظار بر این است که قیمت برق در بازار افزایش یابد. هدف این مقاله بررسی اثرات اصلاح قیمت سوخت نیروگاه‌ها بر میزان افزایش قیمت برق در بازار است. برای پاسخ دادن به این پرسش، اجزاء بازار برق مقررات‌زدایی شده به روش پویایی سیستمی، مدل‌سازی شده است. این مدل دارای بخش‌های تقاضا، قیمت و تولید است که برای اجرای آن از نرم‌افزار پاورسیم استفاده شد. تغییر قیمت سوخت تحویلی به نیروگاه‌ها متغیر سیاستی مدل است. نتایج حاصل از اجرای مدل نشان داد در صورت عدم اصلاح قیمت سوخت نیروگاه‌ها پیش‌بینی می‌شود قیمت بازار برق تا پایان دوره به ۴۰۹ ریال بر هر کیلووات ساعت برسد. با اصلاح قیمت سوخت تحویلی به نیروگاه‌ها، قیمت بازار برق در پایان دوره با فرض نرخ‌های رشد ۵ و ۸ درصد به‌ترتیب به سطح ۵۶۶ و ۵۸۵ ریال بر هر کیلووات ساعت خواهد رسید. در بخش پایانی مقاله، اثر افزایش نرخ رشد اقتصادی و اعمال مالیات بر ارزش افزوده بر روی قیمت بازار برق در قالب مدل پیشنهادی مورد بررسی قرار گرفته است. با فرض نرخ‌های رشد ۵ و ۸ درصد، قیمت بازار برق به‌ترتیب به ۶۱۱ و ۶۴۱ ریال بر هر کیلووات ساعت در پایان دوره خواهد رسید..

کلیدواژه‌ها: بازار برق، تعادل بازار، پویایی سیستمی، قیمت برق، تقاضای برق، عرضه برق

طبقه‌بندی JEL: D43, C63, P22

فصلنامه علمی – پژوهشی برنامه‌ریزی و بودجه | شاپا (چاپی) ۲۲۵۱-۹۰۹۲ | سال هجدهم | شماره ۱ | بهار ۱۳۹۲ | ص ص ۱۰۸-۹۵ | نمایه در ISC

مقدمه

قیمت، از عوامل کلیدی و تعیین‌کننده مقدار تقاضا و عرضه در بازار برق محسوب می‌شود. همچنین در ایجاد تعادل و عدم آن و حجم سرمایه‌گذاری در بازار، نقش مهمی برعهده دارد. بنابراین تعیین دستوری و خارج از سازوکار بازار این متغیر اساسی، سبب انحراف و ایجاد عملکردهای غیربهینه در بازار می‌شود. اهمیت این متغیر و نقش کلیدی آن در تعیین میزان تقاضا و حجم سرمایه‌گذاری، سبب شده است تا سیاست‌گذاران در تاثیرگذاری سیاست‌های اتخاذ شده بر مکانیسم بازار، حساسیت بالایی داشته باشند. اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها این دغدغه را ایجاد نموده است که قیمت در بازار برق به چه سطحی خواهد رسید؟

تجربه ناموفق مالکیت و اداره یکپارچه عمودی صنعت برق، کشورهای دنیا را به سمت تجدیدساختار در این صنعت سوق داده است. دلایل متعددی برای تجدیدساختار این صنعت وجود دارد. از جمله می‌توان به کارایی پایین عملکرد شرکت‌های دولتی، کمبود منابع مالی، ضرورت حذف یارانه‌ها در بخش برق، لزوم استفاده از فن‌آوری‌های جدید، افزایش کارایی در بخش‌های مختلف تولید، توزیع و مصرف و نیاز به درآمد حاصل از فروش این شرکت‌ها اشاره کرد. دولتی بودن ساختار صنعت برق و اعطای یارانه به تمام بخش‌های اقتصادی در تخصیص غیربهینه منابع، نقش موثری داشته است. ایجاد فضای رقابتی در زمینه‌های مختلف این صنعت می‌تواند به بسیاری از این مشکلات پایان دهد. اولین گام برای رقابتی کردن بازار برق، اصلاح نظام قیمت‌هاست که تاثیر مثبت آن در بخش تولید و مصرف به سرعت آشکار می‌شود.

در این مدل با رویکرد پویای سیستمی به بررسی تاثیر تغییر قیمت سوخت تحویلی به نیروگاه‌ها بر قیمت بازار برق پرداخته، روند تغییرات آن را با شرایط عدم اجرای طرح تحول اقتصادی مقایسه می‌کند. بدین گونه می‌توان تاثیر تغییر متغیرهای سیاستی در سناریوهای مختلف بر روند تغییرات قیمت را شبیه‌سازی نموده، تصمیمات لازم را اتخاذ کرد.

مروری بر مطالعات انجام شده

Alvarado et, al. (2000) برای تحلیل ثبات در بازارها از روش قیمت‌گذاری پویا استفاده کرده است. Botterud (2002) با استفاده از رویکرد پویای سیستمی به تحلیل بلندمدت بازار برق پرداخته است. وی قیمت بازار را با استفاده از چارچوب بهینه‌یابی خطی و بر اساس هزینه نهایی، برای هر دوره زمانی (سالیانه) محاسبه کرده است. این مدل از زیرمدل‌های تقاضا، توسعه ظرفیت، تولید برق و

زیرمدل مالی و حسابداری تشکیل شده است.

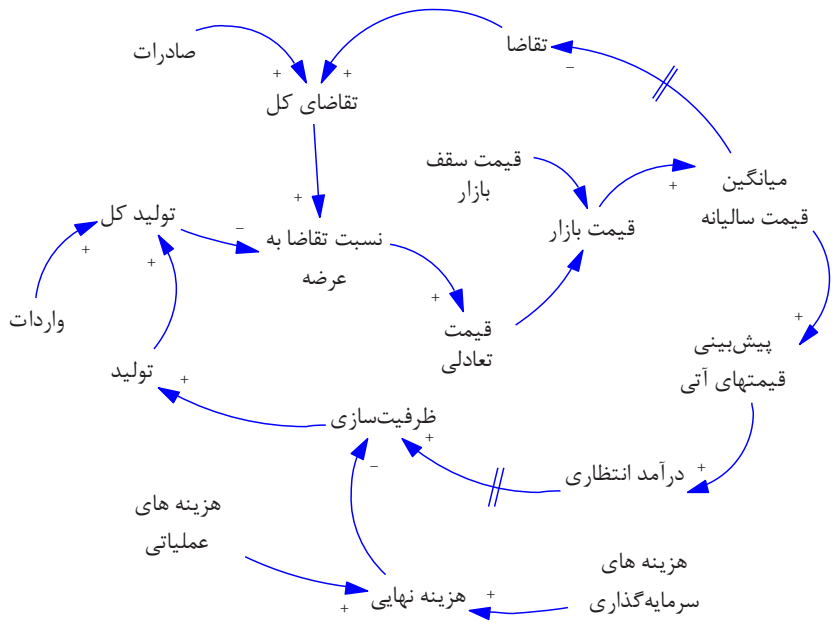
Vogstad (2005) در بازار برق نروژ، زیرمدل قیمت برق را تابعی از مدل مازاد تقاضا قرار داده است. در این مدل قیمت برق پیوسته با سه بازخورد زمان واقعی[1]، بازار آتی‌ها و بازار لحظه‌ای، خود را تعدیل و تصحیح می‌کند. این مدل فرآیند تعیین قیمت در بازار برق را بیان می‌کند.

بر اساس بررسی محققین، تاکنون مطالعه‌ای برای پیش‌بینی قیمت بازار برق در کشور با رویکرد پویایی سیستمی انجام نشده است و مطالعات قیمت‌گذاری برق عمدتاً به محاسبه قیمت تمام‌شده یا هزینه نهایی بلندمدت تولید برق اختصاص داشته است که از جمله می‌توان به مطالعه پژویان و محمدی (۱۳۷۹)، حیدری (۱۳۸۱)، زمانی (۱۳۸۵)، بای و پارسامقدم (۱۳۸۷)، مهرگان و دیگران (۱۳۸۸)، لاجوردی و محدث (۱۳۸۸) اشاره کرد.

ساختار مدل پیشنهادی

در روش تحلیل پویایی سیستم‌ها، مدل‌ساز قادر است با مدل نمودن پدیده‌های کیفی، اثرات سیاست‌گذاری‌های مختلف را در مدل تحلیل کند. مدل‌سازی پدیده‌های کیفی با تکنیک تحلیل پویایی سیستم‌ها در دو مرحله انجام می شود. در مرحله نخست روابط بین اجزاء سیستم به صورت کیفی و با استفاده از نمودارهای علّی و معلولی تشریح می‌شود و در مرحله دوم با کمک نمودارهای حالت- جریان، روابط علّی و معلولی ترسیم شده به صورت کمّی بیان می‌شود. در این مطالعه، روابط علّی- معلولی بازار برق به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

1. Real Time

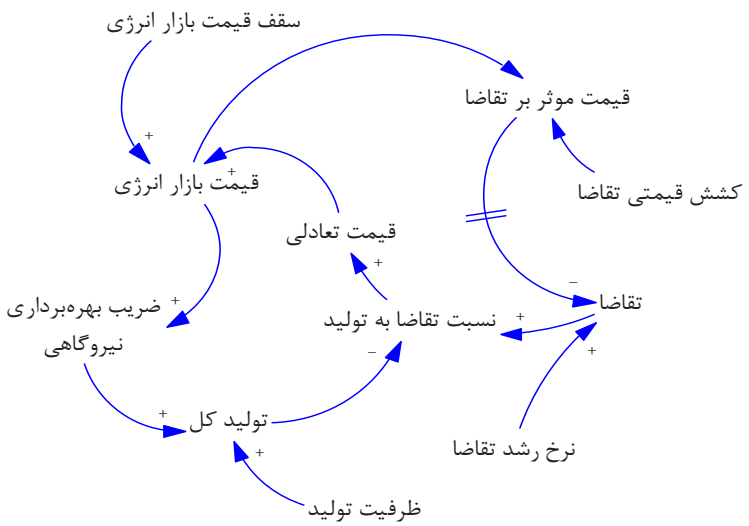


نمودار (۱): روابط علّی- معلولی بازار برق

با توجه به نمودار ۱، مدل پویایی سیستمی مورد بررسی در این مقاله از سه حلقه قیمت، تولید و تقاضا تشکیل شده است. قیمت در بازار رقابتی از تعادل عرضه و تقاضا محاسبه می‌شود. به این معنی که قیمت با تقاضا رابطه منفی و با تولید رابطه‌ای مثبت دارد. به همین دلیل نسبت تقاضا به عرضه عامل تعیین‌کننده تغییرات قیمت محسوب می‌شود. افزایش تقاضا، سبب افزایش نسبت تقاضا به عرضه شده و قیمت در بازار برق را افزایش می‌دهد. به منظور جلوگیری از افزایش ناگهانی قیمت در زمان‌های اوج بار، سقف قیمت بازار تعیین شده، فرض می‌شود از قیمت بازار برق حداقل قیمت تعادلی و سقف قیمت تعیین می‌شود.

یک عامل مهم در ارزیابی سودآوری سرمایه‌گذاری‌ها، پیش‌بینی قیمت بازار در آینده نزدیک است. برای پیش‌بینی قیمت در افق مورد نظر از روند متوسط قیمت در چند دوره گذشته[1] استفاده شده است. به این طریق قیمت انتظاری در سال‌های آتی برآورد می‌شود.

۱. روش مورد استفاده برای محاسبه متوسط قیمت‌ها به پیوست توضیح داده شده است.



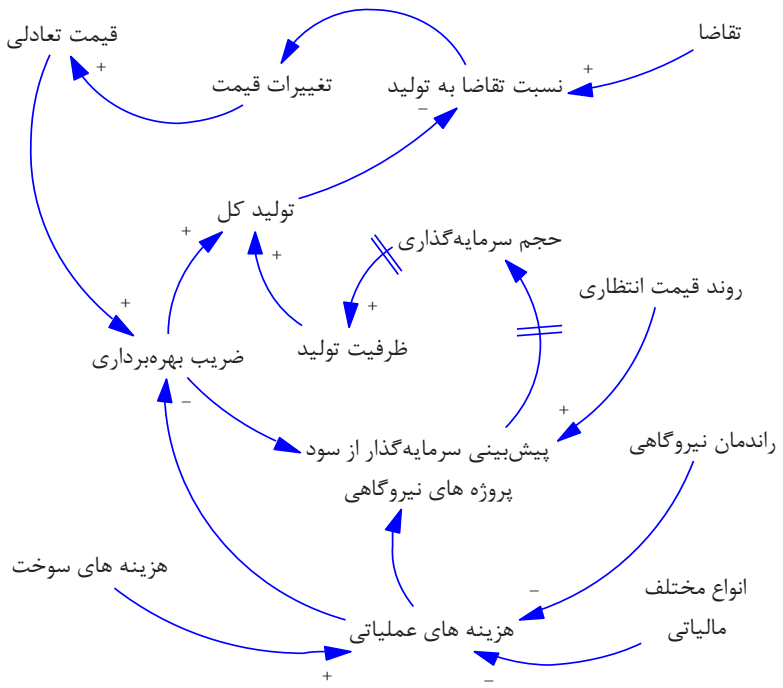
نمودار (۲): نمودار علّی و معلولی زیرمدل تقاضا

با توجه به نمودار ۲ تغییرات تقاضا تابعی از عوامل قیمتی و حقیقی اقتصاد است. قیمت موثر از طریق کشش قیمتی، تاثیر منفی بر تقاضا دارد و نرخ رشد واقعی تولید ناخالص داخلی و نرخ رشد جمعیت از عوامل حقیقی تاثیرگذار بر تقاضا محسوب می‌شوند که رابطه‌ای مثبت با تغییرات تقاضا دارند. افزایش قیمت بازار برق با توجه به کشش قیمتی با یک تاخیر سبب کاهش تقاضا می‌شود.

با توجه به نمودار ۳، سود انتظاری، عامل اصلی و موثر بر حجم سرمایه‌گذاری و افزایش ظرفیت نیروگاه‌ها محسوب می‌شود. هزینه عملیاتی، ضریب بهره‌برداری و روند قیمت انتظاری از عوامل تعیین‌کننده پیش‌بینی سرمایه‌گذار از آینده سرمایه‌گذاری در این صنعت است. سرمایه‌گذار درآمد انتظاری و هزینه نهایی بلندمدت تولید را در نظر گرفته، روند قیمت انتظاری را پیش‌بینی و برای سرمایه‌گذاری برنامه‌ریزی می‌کند. هزینه نهایی تولید از مجموع هزینه‌های عملیاتی و سرمایه‌گذاری حاصل می‌شود. هزینه‌های سوخت و میزان مالیات رابطه مثبت و اعطای یارانه‌ها و بازده نیروگاهی رابطه‌ای منفی با هزینه‌های عملیاتی دارد.

مقدار تولید به ضریب بهره‌برداری و ظرفیت تولید بستگی دارد. با افزایش قیمت بازار ضریب بهره‌برداری بیشتر خواهد شد. از طرف دیگر افزایش تولید سبب کاهش قیمت بازار برق شده، در

نتیجه سبب خروج نیروگاه‌هایی می‌شود که هزینه نهایی تولید بالاتری نسبت به دیگر رقبا دارند. تولید برق با دو تاخیر همراه است: تقاضای مجوز و بررسی و دریافت تاییدیه آن، تاخیر اول و انجام سرمایه‌گذاری، تاخیر دوم محسوب می‌شود که در مدل لحاظ شده است.



نمودار (۳): نمودار علّی و معلولی زیرمدل تولید

چنان‌چه روابط بین متغیرها و پارامترها در قالب نمودار جریان- حالت بیان شود، روابط اساسی حاکم بر بازار برق را به اختصار می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

1	$P_{eq}= P_0+ \int_{s=1}^{t} \Delta P_s \, dt$	[NOK/MWh]
2	$\Delta P_s = [(P_{eq}\times(Q_d\text{-}TG))/ Q_d]\times \frac{1}{AT}$	[Rial/MWh/da]
3	P_0 = constant	[Rial /MWh]
4	$P_{cei\ t} = P_{cei\ 0} + \int_{s=1}^{t} \Delta P_{cei} dt$	
5	$P_{cei\ 0}$ =constant	[Rials/kWh]
6	P_m =min (P_{eq} , $P_{cei\ t}$)	
7	Ap_t = SLIDINGAVERAGE(Price,1 yr)	[Rial /MWh]
8	P_{fcs} = FORECAST(Average Price, 3 yr, 4 yr)	[Rial /MWh]
9	$Gi = Ca_i \times CF_i \times hr$	[twh/yr]
10	$TG=IM + \sum_{i\in T} G_i$	[twh/yr]
11	NG= TG ×(1- gl)	[twh/yr]
12	Hr=constant	[hr/yr]
13	$CF_i= \frac{P_m}{OC_i}$	%
14	$Oc_i= \frac{fc_i}{ef_i} + T_i$	[Rial /MWh]
15	$\dot{D}_p= (\frac{P_{t-1}}{P_{ref}})^{ep}$	[%/yr]
16	ΔD_s=Ds $\times$ ($\dot{Dr} + \dot{D}_p$)	[TWh/yr]
17	D_0=constant	[TWh/yr]
18	gl= constant	%

با توجه به روابط ریاضی فوق، Peq قیمت تعادلی بازار و Pcei سقف قیمت در بازار برق است که هر ساله متناسب با نرخ تورم رشد داده می‌شود. همان‌گونه که اشاره شد، به‌منظور جلوگیری از نوسانات شدید قیمت در زمان اوج مصرف بار سقف قیمت تعیین می‌شود و قیمت بازار برق (P_m) مقدار کوچک‌تر از بین دو مقدار قیمت سقف و قیمت تعادلی محاسبه شده برای بازار خواهد بود.

Ap_t متوسط قیمت سالیانه بازار برق است که با استفاده از دستور میانگین متحرک[1] در نرم‌افزار پاورسیم محاسبه می‌شود. P_{fcs} پیش‌بینی قیمت در سال‌های آینده است که برای محاسبه آن از دستور پیش‌بینی در نرم‌افزار پاورسیم[2] استفاده می‌شود.

TG عرضه کل به بازار، IM واردات، G_i تولید برای تمام انواع نیروگاه‌های داخلی، CF_i ضریب بهره‌برداری فن‌آوری نوع iام و hr تعداد ساعات در طول سال است. NG تولید خالص و gl تلفات شبکه انتقال و توزیع است. مقدار تولید هر نیروگاه تابعی از ظرفیت و ضریب بهره‌برداری آن نیروگاه است و قیمت بازار برق عامل مهمی در مقدار این ضریب به‌شمار می‌رود.

ضریب بهره‌برداری (CF)، بیانگر درصد استفاده از ظرفیت کامل یک نیروگاه در یک دوره زمانی معین است. ضریب بهره‌برداری تابعی از قیمت بازار (P_m)، هزینه سوخت (fc)، بازده نیروگاهی (ef) و میزان مالیات (T) است. در واقع ضریب بهره‌برداری از نسبت قیمت بازار برق به هزینه‌های عملیاتی (oc) به دست می‌آید. هزینه عملیاتی نیروگاه iام به نوبه خود به fc_i هزینه سوخت نیروگاه نوع iام، T_i مالیات و بازده نیروگاه iام (ef) بستگی دارد. تقاضا در واقع مجموع تقاضای بخش‌های مختلف اقتصادی است که از زیرمدل‌های تقاضا استفاده می‌شود. $\dot{D}_p$ اثر قیمت بر رشد تقاضا را نشان می‌دهد که با فرم تابعی کاب‌داگلاس توصیف می‌شود. بدین ترتیب رشد تقاضا تابعی از نسبت قیمت متوسط سال گذشته به قیمت مبنا به توان کشش قیمتی تقاضای برق فرض می‌شود. P_{t-1} میانگین قیمت در سال گذشته و P_{ref} قیمت مبنا است. $\dot{D}_r$ نرخ تغییرات واقعی تقاضاست که مقدار آن از مجموع نرخ رشد جمعیت و تولید ناخالص داخلی واقعی حاصل شده است.

داده‌های مورد استفاده

مقادیر پارامترها و مقادیر اولیه متغیرهای مدل، با توجه به اطلاعات دریافت شده از آمار تفصیلی صنعت برق و ترازنامه انرژی در سال ۱۳۸۹ در جدول ۱ خلاصه شده است:

1. Sliding Average
2. Forecast

جدول (۱): مقادیر اولیه متغیرها و پارامترهای مدل قیمت

نام متغیرها	علامت اختصاری	مقدار	نام متغیر	علامت اختصاری	مقدار
نرخ تغییرات واقعی تقاضا (درصد)	D_r	۶/۴	کشش قیمتی بلندمدت تقاضای برق[۲]	E_P	۰/۸۶ -
قیمت۳ اولیه بازار سال ۸۹ (ریال بر کیلووات ساعت)	P_0	۱۶۵	قیمت اولیه سقف بازار (ریال بر کیلووات ساعت)[۱]	$P_{cei}0$	۵۰۰
تقاضای اولیه (تراوات ساعت در سال)	D_0	۱۶۷/۵	نرخ رشد سالیانه قیمت سقف بازار (درصد)	p_{cer}	۱۰
نرخ تلفات شبکه انتقال و توزیع (درصد)	gl	۰/۲۳	واردات بر حسب گیگاوات ساعت	IM	۳۰۱۵
نرخ رشد قیمت طی سال‌های ۸۸-۸۰ (درصد)	P	۷/۳	قیمت واردات بر حسب ریال بر گیگاوات ساعت[۲]	P_{IM}	۲۳۲/۶
متوسط راندمان نیروگاه‌ها (درصد)	ef	۳۶/۲	هزینه سوخت در نیروگاه‌های گازی (ریال بر کیلووات ساعت)	FC_{gt}	۱۷/۷
هزینه سوخت برای تولید در نیروگاه‌های بخاری (ریال بر کیلووات ساعت)	FC_{st}	۱۱/۲	هزینه سوخت در نیروگاه‌های سیکل‌ترکیبی (ریال بر کیلووات ساعت)	FC_{cc}	۱۱/۸
صادرات بر حسب گیگاوات ساعت	Ex	۶۷۰۷	قیمت صادرات بر حسب ریال بر گیگاوات ساعت[۱]	P_{ex}	۴۶۰
تعداد ساعات سال	hr	۸۷۶۰			

۱ و ۲: دفتر روابط برون‌مرزی، شرکت مدیریت شبکه برق ایران
منبع:آمار تفصیلی صنعت برق و ترازنامه انرژی در سال ۱۳۸۹

مجموع میانگین نرخ رشد تولید ملی و نرخ رشد جمعیت در ده سال منتهی به سال ۱۳۸۹ به عنوان نرخ تغییرات واقعی تقاضا منظور شده است. نرخ رشد حقیقی تولید ناخالص داخلی[۲] طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۰ حدود ۵/۴ درصد و نرخ رشد جمعیت[۳] ۱/۴ درصد بوده است.

۱. وزارت نیرو، دفتر تنظیم بازار برق
۲. سایت بانک مرکزی- جدول سری‌های زمانی طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۳۸
۳. سالنامه آماری کشور

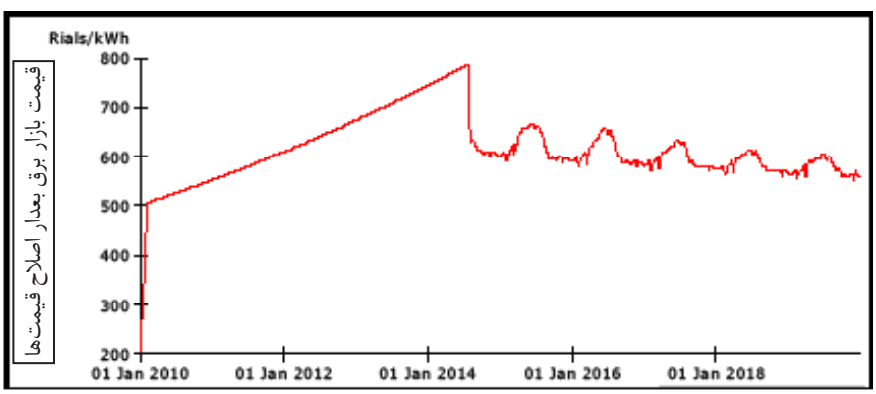
نتایج اجرای مدل

مدل پیشنهادی با استفاده از داده‌های اولیه جدول ۱، برای سال‌های ۹۸-۱۳۸۹ تحت دو سناریوی مختلف، یعنی استمرار وضع موجود و اصلاح قیمت سوخت مصرفی نیروگاه‌ها شبیه‌سازی شده است.

در آغاز دوره شبیه‌سازی، تقاضای کل اقتصاد[1] ۱۸۴/۱۷ تراوات ساعت و متوسط قیمت برق مصرفی بخش‌های مختلف، ۲۰۸ ریال بر کیلووات ساعت بوده است. در صورت عدم اصلاح قیمت سوخت نیروگاه‌ها و عدم حاکمیت مکانیزم بازار برق، تعیین قیمت به صورت دستوری انجام می‌شود. تجربه قیمت‌گذاری دستوری در گذشته حاکی از رشد متوسط حدود ۷ درصد در قیمت برق در هر سال است. چنان‌چه این شیوه قیمت‌گذاری در آینده ادامه یابد، پیش‌بینی می‌شود قیمت برق تا پایان دوره به ۴۰۹ ریال بر هر کیلووات ساعت برسد.

حال قیمت برق را در دوره ۱۰ ساله ۱۳۹۸-۱۳۸۹ با فرض اصلاح قیمت سوخت نیروگاه‌ها و تعیین قیمت در بازار تجدیدساختاریافته در چارچوب مدل پیشنهادی بررسی می‌شود.

فرض می‌شود همان‌گونه که در فاز اول قانون هدفمندی عمل شد، در مرحله اول اجرای طرح هدفمندی یارانه‌ها، قیمت گاز تحویلی به نیروگاه‌ها از ۴۹/۴ در هر مترمکعب به ۷۰۰ ریال در هر مترمکعب، و قیمت گازوئیل و نفت کوره نیز به‌ترتیب از ۵۹/۱۸ و ۳۰/۶ ریال بر هر لیتر به ۲۵۰۰ و ۸۰۰ ریال برای هر لیتر افزایش می‌یابد. رفتار قیمت برق در دوره شبیه‌سازی (۹۸-۱۳۸۹) بر اساس نتایج مدل، در نمودار ۴ گزارش شده است:



نمودار (۴): رفتار قیمت برق در دوره شبیه‌سازی (۹۸-۱۳۸۹) پس از اصلاح قیمت سوخت نیروگاه‌ها

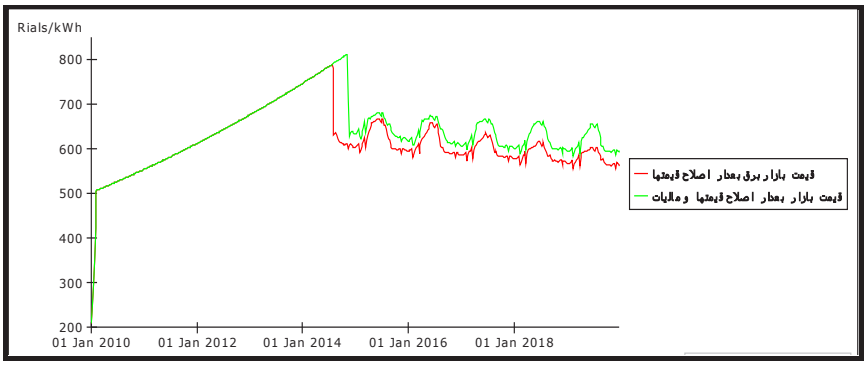
۱. تامین شده توسط وزارت نیرو

با توجه به نمودار ۴، بعد از افزایش قیمت حامل‌های انرژی تحویلی به نیروگاه‌ها، با فرض وجود سازوکار بازار برق، قیمت در بازار برق به تدریج افزایش می‌یابد و در سال ۱۳۹۳ به حداکثر میزان خود (۷۴۵/۶ ریال بر هر کیلووات ساعت) خواهد رسید. در واقع مکانیسم عرضه و تقاضا موجب می‌شود پس از آن، قیمت تا اندازه‌ای کاهش یافته و از آن پس در اطراف مقدار معینی با رشد اندکی نوسان خواهد کرد که این نوسانات عمدتاً ناشی از نوسانات فصلی است.

طبعاً یکی از پارامترهای مهم در پیش‌بینی عرضه و تقاضای برق، نرخ رشد اقتصادی است. در تحلیل سیاستی اولیه نرخ رشد اقتصادی در دوره پیش‌بینی، برابر با متوسط نرخ رشد ده سال گذشته (۵/۴ درصد) فرض شد. حال می‌توان اثرات افزایش نرخ رشد اقتصادی به ۸ درصد، نرخ رشد هدف‌گذاری شده در قانون برنامه پنجم را بر بازار برق بررسی کرد. نتایج حاصل از اجرای مدل در این حالت نشان می‌دهد که متوسط رشد سالیانه قیمت ۱۱/۷ درصد بیش از رشد قیمت در صورت عدم اجرای قانون هدفمندی یارانه‌هاست.

اثرات وضع مالیات بر ارزش افزوده بر قیمت بازار برق

بر اساس قانون برنامه پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران، مالیات بر ارزش افزوده با نرخ ۴ درصد در سال ۱۳۹۰وضع می‌شود و تا سال ۱۳۹۴ به ۸ درصد افزایش می‌یابد. اثرات وضع این مالیات در بازار برق به کمک مدل پیشنهادی شبیه‌سازی شده و نتایج به دست آمده، نشان می‌دهد با فرض نرخ رشد معادل ۵/۴ درصد، پیش‌بینی می‌شود قیمت برق در پایان دوره ۶۱۱/۴ ریال بر کیلووات ساعت خواهد بود. بدین ترتیب، وضع مالیات بر ارزش افزوده موجب می‌شود رشد متوسط قیمت برق ۸/۲ درصد نسبت به پیش از اصلاح قیمت‌ها تا پایان دوره مورد بررسی باشد. چنان‌چه نرخ رشد اقتصادی ۸ درصد در نظر گرفته شود، قیمت بازار برق ۶۴۱/۲ ریال بر هر کیلووات ساعت در پایان دوره خواهد رسید که نسبت به پیش از اصلاح قیمت سوخت تحویلی به نیروگاه‌ها به طور متوسط ۹/۶ درصد افزایش رشد سالیانه خواهد داشت.



نمودار (۵): مقایسه روند قیمت بازار برق بعد از اصلاح قیمت‌ها و وضع مالیات

نتیجه‌گیری

این تحقیق با استفاده از رویکرد پویایی سیستمی به بررسی تاثیر اصلاح قیمت سوخت نیروگاهی بر روند آتی قیمت برق در بازار برق تجدیدساختاریافته پرداخته است و تاثیر سناریوهای مختلف را بر مقدار قیمت در پایان دوره شبیه‌سازی بررسی نموده است.

مدل پیشنهادی با استفاده از نرم‌افزار پاورسیم، برای سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۸۹ تحت سناریوهای مختلف، شامل اصلاح قیمت سوخت مصرفی نیروگاه‌ها، افزایش نرخ رشد اقتصادی و اعمال مالیات بر ارزش افزوده شبیه‌سازی شده است. در صورت عدم اصلاح قیمت سوخت نیروگاه‌ها و با فرض رشد متوسط حدود ۵ درصد قیمت برق در هر سال، پیش‌بینی می‌شود، قیمت برق تا پایان دوره به ۴۰۹ ریال بر هر کیلووات ساعت برسد.

بعد از افزایش قیمت حامل‌های انرژی تحویلی به نیروگاه‌ها، با فرض وجود سازوکار بازار برق، قیمت در بازار برق به تدریج افزایش می‌یابد و در سال ۱۳۹۳به حداکثر میزان خود (۷۴۵/۶ ریال بر هر کیلووات ساعت) خواهد رسید و پس از آن به سطح ۵۶۶ ریال بر هر کیلووات ساعت در پایان دوره کاهش خواهد یافت.

در واقع مکانیسم عرضه و تقاضا موجب می‌شود پس از آن، قیمت تا اندازه‌ای کاهش یافته و از آن پس در اطراف مقدار معینی با اندکی رشد نوسان خواهد کرد که این نوسانات عمدتاً ناشی از نوسانات فصلی است.

با فرض افزایش نرخ رشد اقتصادی به ۸ درصد، نتایج حاصل از اجرای مدل در این حالت نشان

می‌دهد که قیمت برق به حداکثر ۷۴۵/۶ ریال در سال ۱۳۹۳ و پس از آن به سطح ۵۸۵ ریال بر هر کیلووات ساعت در پایان دوره کاهش می‌یابد.

چنان‌چه مدل با فرض اصلاح قیمت سوخت نیروگاه‌ها همراه مالیات بر ارزش افزوده اجراء شود، نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که با فرض نرخ رشد ملی معادل ۵/۴ درصد، قیمت برق در پایان دوره ۶۱۱/۴ ریال بر کیلووات ساعت خواهد بود. بدین ترتیب، وضع مالیات بر ارزش افزوده موجب می‌شود رشد متوسط قیمت برق ۸/۲ درصد نسبت به پیش از اصلاح قیمت‌ها تا پایان دوره مورد بررسی افزایش داشته باشد. چنان‌چه نرخ رشد اقتصادی ۸ درصد در نظر گرفته شود، قیمت بازار برق ۶۴۱/۲ ریال بر هر کیلووات ساعت در پایان دوره خواهد رسید که نسبت به پیش از اصلاح قیمت سوخت تحویلی به نیروگاه‌ها به طور متوسط ۹/۶ درصد افزایش رشد سالیانه خواهد داشت.

منابع

الف) فارسی

آمار تفصیلی صنعت برق ایران، تولید نیروی برق، ۱۳۸۹.

بایی، ن.، و پارسا مقدم، م. (۱۳۸۷). پیشنهاد قیمت بهینه در بازار برق با استفاده ازتئوری‌بازی‌ها. *نشریه مهندسی برق و مهندسی کامپیوتر ایران*، سال ۶ ، شماره ۳، ۲۱۵-۲۲۰.

پژوهان ج.، و محمدی، ت. (۱۳۷۹). قیمت‌گذاری بهینه برای صنعت برق. *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، سال ۶، شماره ۳، صفحات ۶۲-۳۹.

ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۹.

حیدری، ک. *بررسی قیمت‌گذاری در صنعت برق با اعمال روش رمزی با استفاده از هزینه نهایی ناشی از به‌کارگیری نرم‌افزار LOGOS*. کنفرانس بین‌المللی برق (۱۷): تهران.۱۳۸۱.

زمانی، ش. (۱۳۸۵). روش‌های عددی قیمت‌گذاری اختیارهای معامله برای دو مدل خاص برق. *مجله پژوهش‌های آماری ایران*. شماره ۳. سال سوم، شماره ۲ (پیاپی ۶)، پاییز و زمستان ۱۳۸۵، صفحات ۲۲۱-۲۰۳.

لاجوردی، ح.، و محدث، ن. *مقایسه هزینه تمام شده هر کیلووات ساعت بر قدر شیوه‌های مختلف قیمت‌گذاری*. کنفرانس بین‌المللی انرژی (۷): تهران، ۱۳۸۸.

مهرگان، ن، قربانی، و.، و حقانی، م. (۱۳۸۸). مدل آزادسازی قیمت برق در بخش صنعت. *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال ششم، شماره ۲۳، صفحات ۱۱۹-۹۱.

ب) انگلیسی

Alvarado, F. L. J. Meng, et al. (2000). *Dynamic coupling between power markets and power systems.* Proceedings of the IEEE2000 summer meeting, Seattle, WA, USA.

Botterud, A. (2002). *Long-term planning in restructured power systems dynamic modelling of investments in new power generation under uncertainty.* Ph.D. Dissertation, Norwegian University of Science and Technology (NTNU). 27-47.

Vogstad, K. (2005). *A system dynamics analysis of the Nordic electricity market: The transition from fossil fuelled towards a renewable supply within a liberalized electricity market.* The Norwegian University of Science and Technology (NTNU). 1-156.